

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Механіко-машинобудівний інститут

Кафедра «Інтегровані технології машинобудування»

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ В.А.Пасічник

(підпис)

“ ____ ” _____ 20__ р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

з напрямку підготовки -

6.050503 Машинобудування

(код і назва)

на тему: Фреза дискова відрізна _____

Виконав: студент 4 курсу, групи МІ-51

(шифр групи)

Колупаєв Дмитро Вікторович _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник асист. Майданюк Сергій Володимирович _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант _____

(назва розділу)

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент _____

(підпис)

Київ – 20__ року

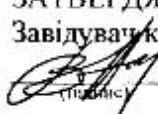
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

Інститут (факультет) Механіко-машинобудівний

Кафедра «Інтегровані технології машинобудування»

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки 6.050503 Машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
 В.А.Пасічник

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Колупаву Дмитру Вікторовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту Фреза дискова відрізна

керівник проєкту Майданюк Сергій Володимирович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «__» _____ 20__ р. №__

2. Термін подання студентом проєкту _____

3. Вихідні дані до проєкту заготовки з алюмінієвих профілів,
верстат відрізний

4. Зміст пояснювальної записки Аналіз конструктивних елементів,
технологія виготовлення корпусу фрези та заострення
фрези, розробка пристрою для заострення.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) Аналіз конструктивних
елементів, креслення фрези, графічне зображення техноло-
гічного процесу, визначення установчих параметрів,
заострення передньої та задньої поверхні, пристрій
при заостренні фрези

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Аналіз конструктивних елементів	18.03.2019	Стор
2	Визначення розмірів	11.04.2019	Стор
3	Технічне оформлення технічного проекту	25.04.2019	Стор
4	Визначення установчих параметрів	16.05.2019	Стор
5	Застосування передньої та задньої поверхні	23.05.2019	Стор
6	Технічний етап застосування розмірів	30.05.2019	Стор

Студент

Д. Кошар
(підпис)


Кошарев Д. В.
(ініціали, прізвище)

Керівник проекту

Стор
(підпис)

Майданюк С. В.
(ініціали, прізвище)

* Консультантом не може бути назначено керівника дипломного проекту.

 ЗАТВЕРДЖУЮ
В.А.Пасічник
Від "___" _____ 2018 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ ДО ПРОЕКТУ	
Тема проекту	Фреза дискова відрізна
Зміст проекту	Розробити фрезу дискову відрізну для відрізки алюмінієвих профілів та технологію виготовлення корпусу фрези
Технічні умови до проекту	<ul style="list-style-type: none">- заготовки з алюмінієвих профілів- верстат відрізний
Особливі вимоги	

ЛИСТ	ЗМІСТ ІЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРІАЛУ
СП	Аналіз конструктивних елементів дискової відрізної фрези
ОП	Креслення фрези дискової відрізної та її корпусу
ТС	Традиційне зображення технологічною процесом: лискошмигання, внутрішньошмигання, кружалошмигання, заточка
СК	Визначення установочних параметрів при заточці
СП	Заточення передньої та задньої поверхні
НУ	Триматрій при заточці фрези
Студент <u>Діакош Капустяк Д.В.</u> дата "___" ____ 20__ р. Викладач <u>Майданюк С.В.</u> дата "___" ____ 20__ р.	

Прийняті позначення:

СП – стан питання.
 ОП – об'єкт проектування.
 ТС – технологічна складова.

КС – конструкторська складова.
 СП – спеціальна складова.
 НУ – наукова складова.

Пояснювальна записка до дипломного проекту

на тему: Фреза дискова відрізна _____

Київ – 2019 року

АНОТАЦІЯ

Об'єктом проектування та випробувань при виконанні дипломного проекту є фреза дискова відрізна, що відрізає стандартні алюмінієві профіля. Тут спроектована конструкція інструменту, яка б забезпечила відрізку профілю, розроблений технологічний процес та виконані розрахунки всіх потрібних значень для створення дискової відрізної фрези. До дипломного проекту входить аналіз конструкційних елементів дискових відрізних фрез, розробка конструкції дискової відрізної фрези, технологія виготовлення інструменту, конструювання технологічного пристосування для заточування інструменту, визначення кутів установки, випробування порівняльні при відрізанні спроектованої фрези та фрези, що використовувалась на виробництві .

Ключові слова – фреза, дискова відрізна фреза, відрізання, алюмінієві профілі, відрізка профілів, порівняння зразків

Мова – uk

Автор: ст. гр. МІ-51 Колупаєв Д.В., під керівництвом асист. Майданюк С.В.

ANNOTATION

The object of design and testing during the completion of the diploma project is a cutting disc cutter cut off the standard aluminum profile. The design of the tool was designed here, which would provide the profile of the section, the technological process was developed and the calculations of all necessary values for the creation of the cutting disc cutter were made. The diploma project includes the analysis of the structural elements of disc cutting mills, the development of the design of the disk cutting cutter, the technology of making the tool, the design of a technological device for sharpening the instrument, determining the installation angles, tests comparable when cutting the designed milling cutters and cutters used in production.

Keywords - milling cutter, disc cut cutter, cutting, aluminum profiles, section of profiles, sample comparison

Language - en

Author: Art. gr. MI-51 Kolupaev D.V., under the guidance of an assistant. Maydanyuk S.V.

ЗМІСТ

ВСТУП

1 АНАЛІЗ ЕЛЕМЕНТІВ ВІДРІЗНИХ ДИСКОВИХ ФРЕЗ	6
1.1 Аналіз конструктивних елементів дискових відрізних фрез	7
1.2 Обґрунтування вибору конструкції фрези	15
2 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ДИСКОВОЇ ВІДРІЗНОЇ ФРЕЗИ	16
2.1 Визначення конструктивних параметрів	16
2.2 Матеріали фрези	17
2.3 Геометричні параметри фрези	22
3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	26
3.1 Технічні умови на виготовлення фрези дискової відрізної	26
3.2 Маршрутний технологічний процес виготовлення корпусу	26
3.3 Розрахунок припусків на обробку	32
3.4 Розрахунок режимів різання	34
3.4.1 020 Плоскошліфувальна	34
3.4.2 025 Внутрішньошліфувальна	37
3.4.3 030 Круглошліфувальна	39
3.4.4 055 Заточувальна	42
3.5 Норми часу	44
3.5.1 Норми часу для операції 020 Плоскошліфувальна	44
3.5.2 Норми часу для операції 025 Внутрішньошліфувальна	45
3.5.3 Норми часу для операції 030 Круглошліфувальна	46
3.5.4 Норми часу для операції 055 Заточувальна	47
4 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	49
4.1 Пристосування для загострення різальних кромek дискової відрізної фрези	49

4.1.1	Опис пристосування	49
4.1.2	Розробка схеми базування	50
4.1.3	Визначення необхідного зусилля затиску	52
4.1.4	Визначення фактичного значення сили затиску	54
4.2	Визначення кутів установки	56
4.2.1	Визначення кутів установки при заточці передньої поверхні зуба фрези	56
4.2.2	Визначення кутів установки при заточці головної задньої поверхні зуба фрези.	60
4.2.3	Визначення кутів установки при заточці допоміжної задньої поверхні зуба фрези.	62
5	ПОРІВНЯЛЬНІ ВИПРОБУВАННЯ	66
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	71
	ДОДАТКИ	

ВСТУП

Дипломний проект відноситься до галузі машинобудування, інструментального виробництва. Від точності інструменту для відрізання профілів, що виготовлені з алюмінію залежать точність торців та загальних розмірів заготовки

Інструмент повинен відповідати всім вимогам робочого креслення та забезпечувати найвищу продуктивність та якість виготовлення.

Метою даного дипломного проекту є розробка дискової відрізної фрези, що відрізає профіля, які виготовлені з алюмінію.

Для досягнення поставленої мети проекту повинні бути вирішені наступні задачі:

1. Аналіз конструкційних елементів дискової відрізної фрези;
2. Розробка конструкції дискової відрізної фрези;
3. Розробка технологічного процесу виготовлення фрези дискової відрізної;
4. Конструювання пристосування для заточування дискових фрез;
5. Визначення кутів установки;
6. Здійснення порівняльних випробувань.

1 АНАЛІЗ ЕЛЕМЕНТІВ ВІДРІЗНИХ ДИСКОВИХ ФРЕЗ

Інтерес конструкторів до впровадження більшої кількості алюмінієвих деталей в розробку кінцевих продуктів змушує технологів переглядати операції по їх виготовленню. Так само це стосується і операцію з різання заготовок з алюмінію. Протягом тривалого часу формувався фокус на використання, в міру можливості, більш легких матеріалів (всюди, де це тільки можливо), особливо в транспортній промисловості, тому металообробні виробництва зацікавлені в придбанні нових знань про кращі способи обробки алюмінієвих матеріалів. Звичайно, це зачіпає багато операцій на виробництві, включаючи і різання (відрізання). Цей інтерес до легких конструкційних матеріалів, здається, буде довгостроковою тенденцією [1].

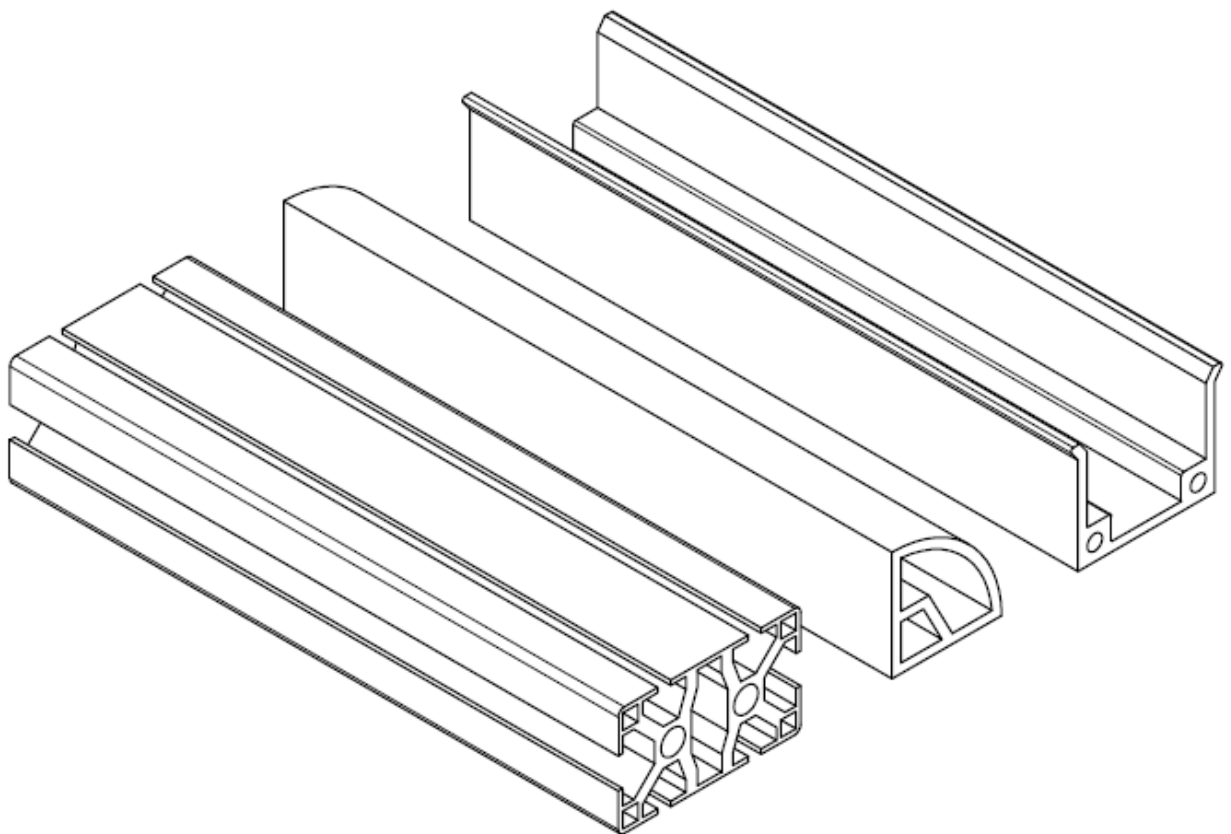


Рисунок 1.1 – Форми алюмінієвих профілів [1]

Згідно завдання до проекту, виконаємо розробку інструменту для використання на дискових відрізних верстатах – дискову відрізну фрезу.

Для забезпечення надійної роботи різального інструменту необхідно виконати проектування фрези згідно до задач, які на неї покладені. Для цього виконаємо проектування елементів конструкцій дискової відрізної фрези.

1.1 Аналіз конструктивних елементів дискових відрізних фрез

Дискова відрізна фреза в основу конструкції являється диском, що має в своєму складі посадочний отвір та з розташованими на периферії цього диску зубцями.

До параметрів різноманітних конструкцій дискових відрізних фрез можна віднести наступні змінні:

- профіль різальної кромки;
- форма різальної кромки;
- напрямок зубців фрези;
- крок різальних зубців;
- тип посадкового отвору.

Розглянемо різні варіанти даних параметрів.

Профіль різальної кромки

За типом різальної кромки відрізні фрези існують фрези з гостро заточеними зубами. Ці фрези працюють в режимі малих подач на зуб, тому зношування інструменту відбувається по задній поверхні, тому процес заточування здійснюють по задній поверхні. Геометричні параметри різальних пластинок відрізної фрези характеризують гостроту клину і розташування цього клину відносно поверхні. Стружкові канавки мають надзвичайне значення для відрізних фрез, що працюють в важкодоступних умовах. Однієї з умов продуктивної обробки являється достатній об'єм канавки та її профіль, щоб стружка не запресовувалася в канавках. Профіль зубів повинен мати наступні характеристики: забезпечувати відвід стружки від зони обробки, необхідність міцності зубів, забезпечувати відсутність тріщин при термічній обробці та можливість здійснювати якомога більшу кількість переточувань

[2]. Зуби відрізних фрез можуть мати різноманітні профілі. Найбільш розповсюджені профілі зображені на рис. 1.4. Згідно ГОСТ 2679-93 [2] розглянемо дві форми профілю, що найбільш частіше використовуються на виробництві.

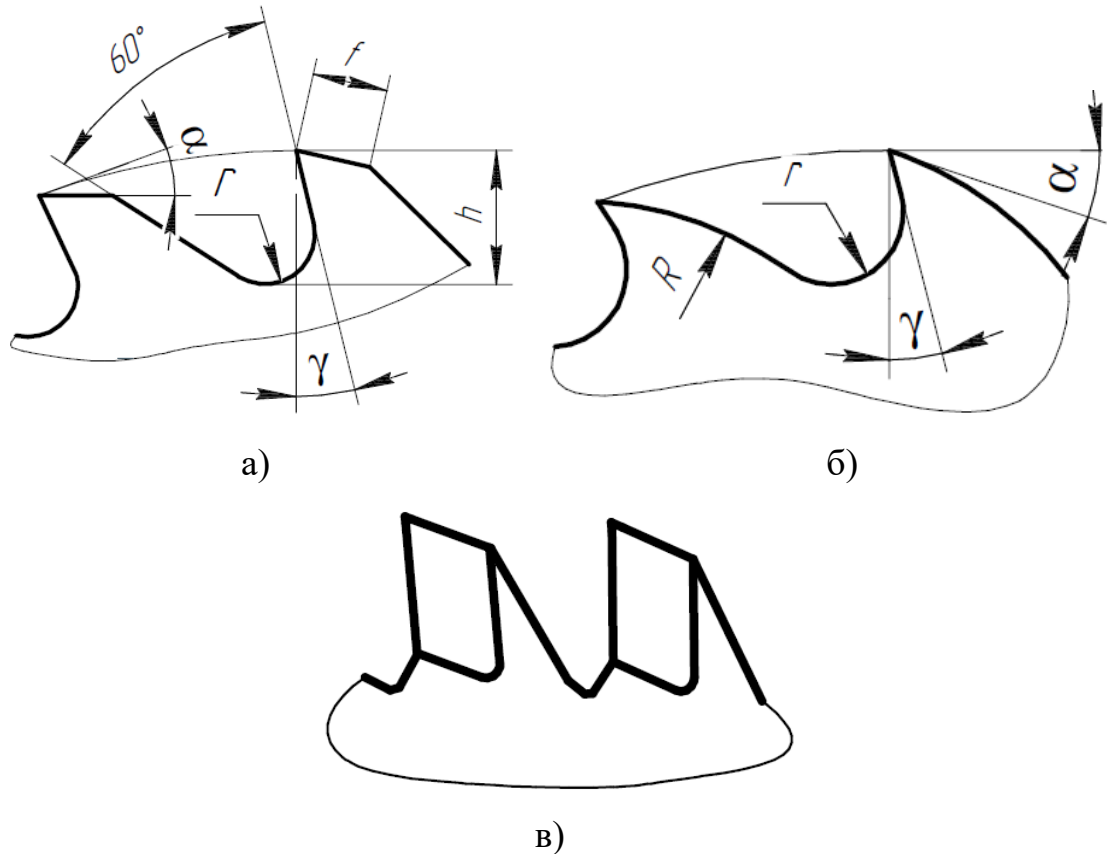


Рисунок 1.2 – Форма профілю зуба

а – з середнім зубом у вигляді трапеції, б - з ламаною спинкою зуба,
в - з напайними пластинами

Форма профілю з середнім зубом у вигляді трапеції (рис. 1.2, а) має на задній поверхні стрічку, що нахилена під кутом α . Дані фрези виготовляються з діаметром 50-315 мм, з товщиною корпусу 0.5-0.6 мм, кількістю зубців 24-100 та радіусом 0.2-0.25 мм.

Форма профілю з ламаною спинкою зуба (рис. 1.2, б) використовують у фрез з крупним зубом. Відрізняється більшою точністю, покращеними умовами розміщення стружки в більшій за об'ємом впадині. Значно поліпшується обробка в'язких матеріалів. Криволінійні поверхні описуються

одним або декількома ділянками радіусів у поєднанні з прямолінійними ділянками.

Вищерозглянуті форми профілю використовуються в суцільних фрезах. Їх перевагами являється простота виготовлення. Недоліками є значне використання інструментального матеріалу та застаріла конструкція.

Дана конструкція являється більш прогресивною, відносно попередньо розглянутих там має ряд таких переваг як економія різального матеріалу, за рахунок використання пластинок, що виготовлені з необхідного різального матеріалу та корпусу, що виготовлений, зазвичай, з конструкційної сталі та можливість припаювання пластинок, що виготовлені з різних інструментальних матеріалів, що дозволяє обробляти різні матеріали. Недоліком такої конструкції являється важкість виготовлення корпусу фрези, оскільки необхідно здійснювати обробки пазу під зуб фрези та виконувати процес напаявання цих пластинок.

Форма різальної кромки

Розглянемо найбільш розповсюджені форми різальної кромки (Рисунок 1.3).

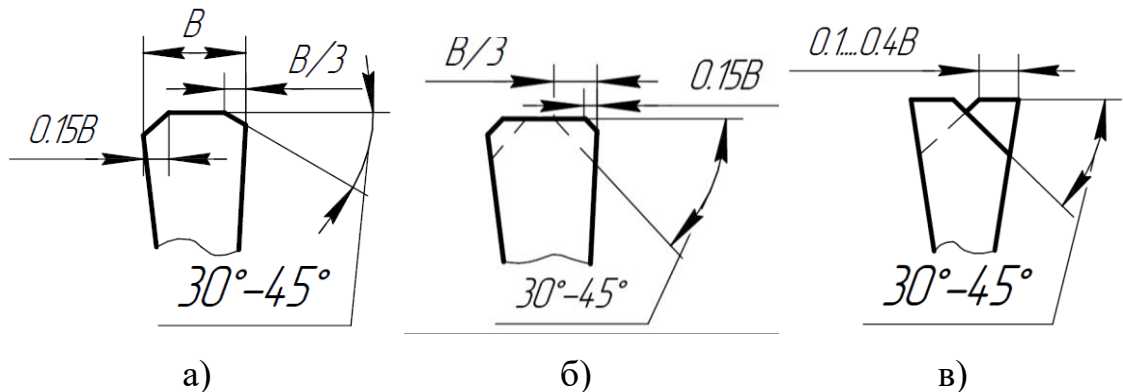


Рисунок 1.3 – Форма різальної кромки

Форма різальної кромки (рис. 1.3, а) найбільш розповсюджена. Заточування відбувається під кутом $30^{\circ}-45^{\circ}$ з відповідною шириною, що рівна третині ширині зуба. Всі зуби мають однаковий діаметр. Дана конструкція застаріла та сприймає значні навантаження.

Форма різальної кромки (рис. 1.3, б) також часто використовується в відрізних фрезах. Заточення такої кромки відбувається подібно до попередньо розглянутої конструкції, але в шахматному порядку. Це зменшує навантаження на зуб, але не значно.

Форма різальної кромки (рис. 1.3, в) являється найбільш прогресивною, відносно попередньо розглянутих форм. Така різальна кромка також заточується під кутом 30° - 45° . Так як зуби розташовані в шахматному порядку, тому навантаження відповідно зменшується і обробка відбувається більш продуктивно. Тому зношення відбувається не так швидко, як в вище розглянутих конструкціях.

Напрямок зубців фрези

Розглянемо різноманітні конструкції напрямку зубців відрізних фрез (рис. 1.4).

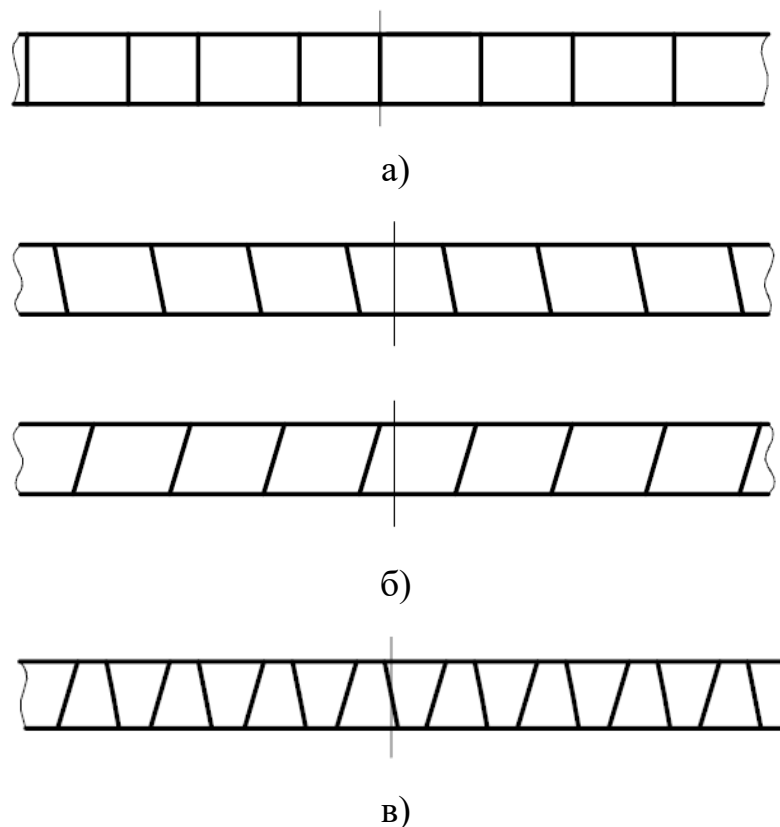


Рисунок 1.4 – Напрямок зубців

а – з прямим напрямком зубців, б - з гвинтовим напрямком зубців,

в – з різнонаправленим напрямком зубців

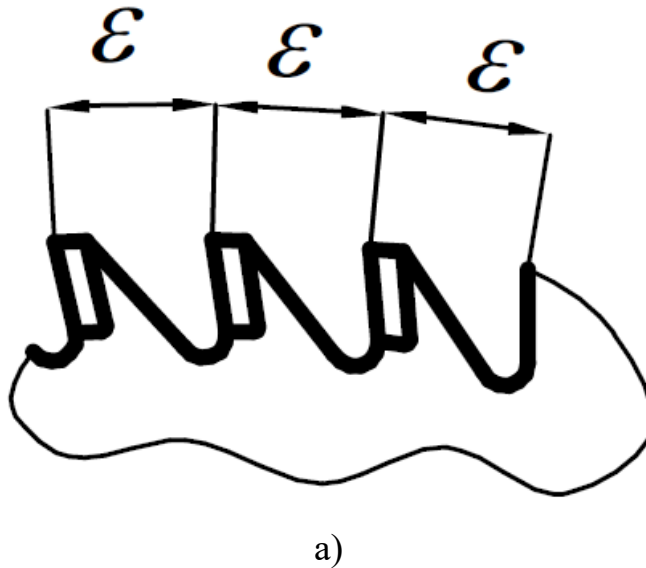
Фрези з прямим напрямком зубців (рис. 1.4, а) одні із найбільш простих у виготовленні та найбільш розповсюджені. Недоліком такої конструкції являється значні навантаження, які сприймають зубці при обробці.

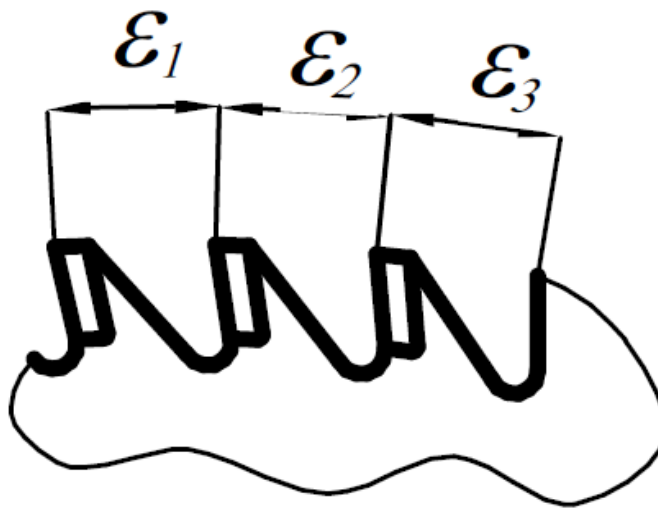
Фрези з гвинтовим напрямком зубців (рис. 1.4, б) також часто застосовуються. Їх також можна віднести до простих у виготовленні, але також зуби сприймають значне навантаження, хоча й менше за рахунок кута нахилу зубів.

Фрези з різнонаправленим напрямком зубців (рис. 1.4, в) являються найбільш продуктивним та найбільш витривалими, оскільки зуби сприймають значно менші сили різання, а ніж попередньо розглянуті напрямки зубців. Недоліком являється важкість виготовлення за рахунок різнонаправленого розташування зубів.

Крок різальних зубців

Розглянемо два варіанта кроку різальних зубів фрези (рис. 1.5).





б)

Рисунок 1.5 – Крок зубців

а – з рівномірним кроком зубців, б – з нерівномірним кроком зубців

Фрези з рівномірним кроком зубців (рис. 1.5, а) доволі часто використовуються. Дана конструкція найбільш проста для виготовлення. Також, при обробці зубцями з таким кроком, процес характеризується постійністю вібраційних навантажень. Недоліком таких фрез є низька динамічна сталість [16].

Фрези з нерівномірним кроком зубців (рис. 1.5, б) важкі у виготовленні, але вони мають підвищену динамічну сталість. При обробці такими фрезами дані кроки зубців впливають на стійкість інструменту, вібрації при різанні, точність та якість обробки не з кращої сторони [16].

Посадкові отвори

Форми посадкових отворів залежать від навантаження, що сприймає фреза, крутного моменту, який сприймає фреза та розмірів фрези. Основні форми посадкових отворів зображені на рис. 1.6.

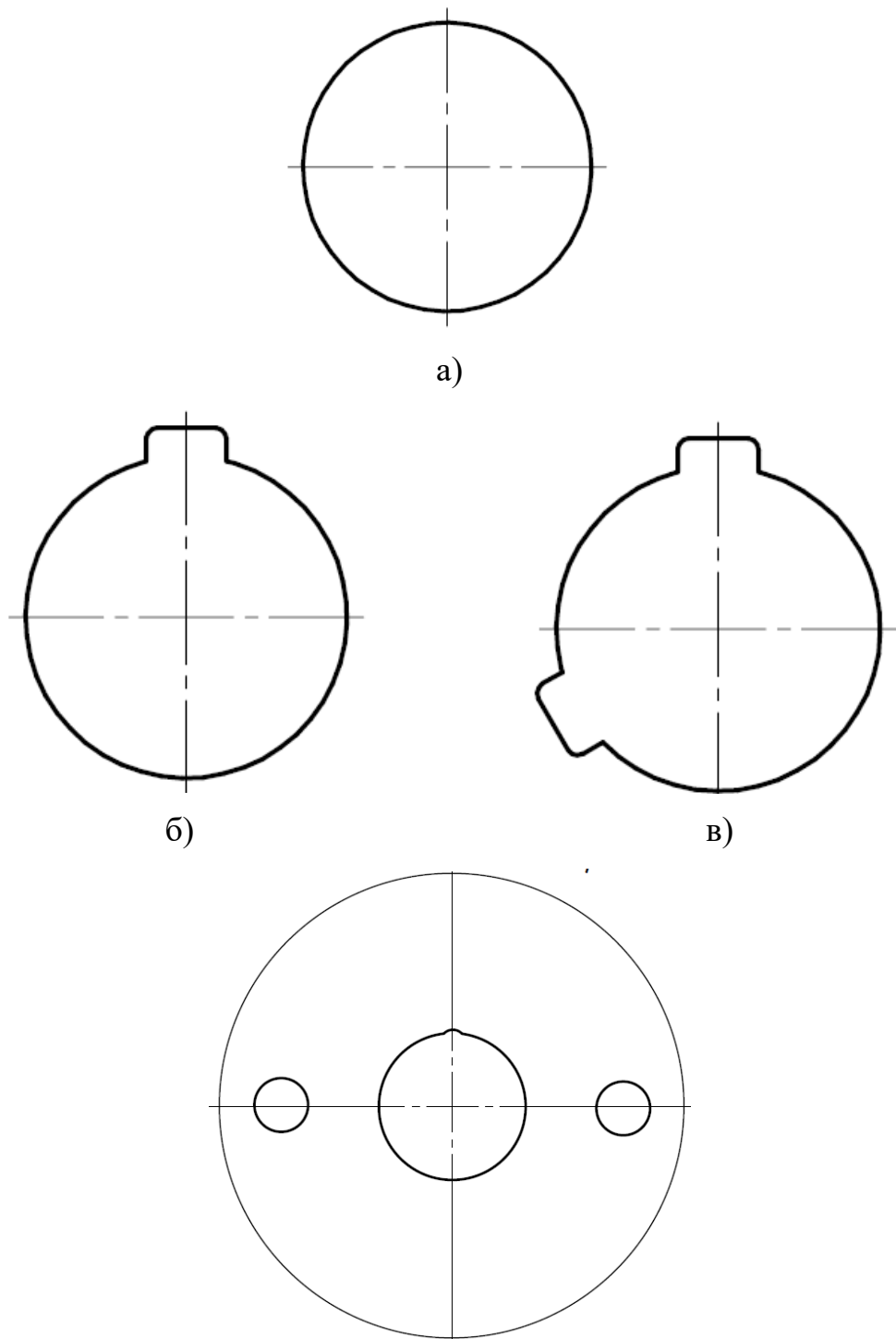


Рисунок 1.6 – Посадкові отвори

а – гладкий посадковий отвір, б, в - посадкові отвори з шпонковими пазами, г – Посадковий отвір з повідковими отворами.

Фрези з гладким посадковим отвором (рис. 1.6, а) найбільш розповсюджені та прості у виготовленні. Такі отвори використовують при

малих навантаженнях й крутних моментах та у фрезах з малим діаметром, де виготовлення шпонкового пазу являється важкою операцією.

Фрези з шпонковими пазами (рис. 1.6, б, в) доволі часто використовуються в відрізних фрезах стандартних розмірів та при різноманітних навантаженнях. Такі фрези можуть обробляти як зі значним крутним моментом та й малим, що робить дану фрезу більш універсальною.

Фрези з посадковим отвором й повідковими отворами (рис. 1.6, г) застосовуються при значних навантаженнях при обробці даним інструментом. Також дане кріплення є більш надійним для фрез великого діаметру.

Отже, виконавши аналіз елементів конструкції фрези, можна підібрати конструкцію фрези залежно від необхідних умов обробки.

В залежності від різних задач, що ставляться до інструменту відрізної фрези, підбираються необхідні елементи, що розглянуті вище. Саме так підбираються спеціальні фрези.

1.2 Обґрунтування вибору конструкції фрези

Підберемо елементи конструкції фрези відрізних згідно задач, що постають згідно даного проекту. При обробці алюмінієвих профілів стандартного розміру приймаємо фрезу з формою різальної кромки з напайними пластинами (рис. 1.2, в), формою різальною кромки з шахматним розташуванням зубців, які по чергово приймають навантаження (рис. 1.3, в), з різнонаправленим напрямком зубців (рис. 1.4, в), з рівномірним кроком зубців (рис. 1.5, а), з посадковим отвором додатковими отворами (рис. 1.6, г).

Фреза відрізна з даними параметрами при застосуванні її в операціях відрізання алюмінієвих профілів стандартних розмірів має високі результати в продуктивності, ефективності та економічності її виготовлення.

Ескіз даної фрези зображений на рис. 1.7.



Рисунок 1.7 – Ескіз відрізної фрези

2 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ДИСКОВОЇ ВІДРІЗНОЇ ФРЕЗИ

Метою даного проекту є розробка дискової відрізної фрези для обробки стандартних профілів, що виготовлені із алюмінієвих сплавів.

В розділі 1 були визначені конструктивні елементи, які найбільш підходять для обробки алюмінієвих деталей в умовах, що задані проектом.

2.1 Визначення конструктивних параметрів

Виконаємо уточнення конструкції дискової відрізної фрези, до елементів якої входять:

- Зовнішній діаметр інструменту;
- Посадковий діаметру інструменту;
- Кількість різальних зубців;
- Матеріал різальної частини;
- Геометрія різальної частини.

Зовнішній діаметр інструменту

Відрізні дискові фрези за своїм функціональним призначенням подібні до дискових пил. Отже, згідно [5] приймаємо зовнішній діаметр дискової відрізної фрези рівний $D = 420$ мм. Фрези такого розміру забезпечують можливість обробки всіх доступних стандартних розмірів алюмінієвих профілів. Тому така фреза стає універсальним інструментом на виробництві як при використанні в обробці профілів малих, так і великих розмірів.

Посадковий діаметру інструменту

Посадковий діаметр інструменту залежить від зовнішнього діаметру інструмента, методу кріплення та можливостей наявного верстату.

Згідно [5] при використанні зовнішнього діаметру фрези $D = 420$ мм, посадковий отвір повинен мати діаметр $d = 30$ мм.

Але, оскільки конструкція, що прийнята для даної фрези, має повідкові отвори (рис. 1.6, г), виникає можливість використовувати посадковий діаметр

меншого розміру. Оскільки посадкові отвори дозволяють забезпечити додаткове кріплення та стабільне положення інструменту при використанні його при обробці. Отже, приймаємо діаметр посадкового розміру рівним $d = 30$ мм та розміри повідкових отворів $d_{\text{п}} = 11$ мм. Посадкові елементи інструменту зображені на рис. 2.1.

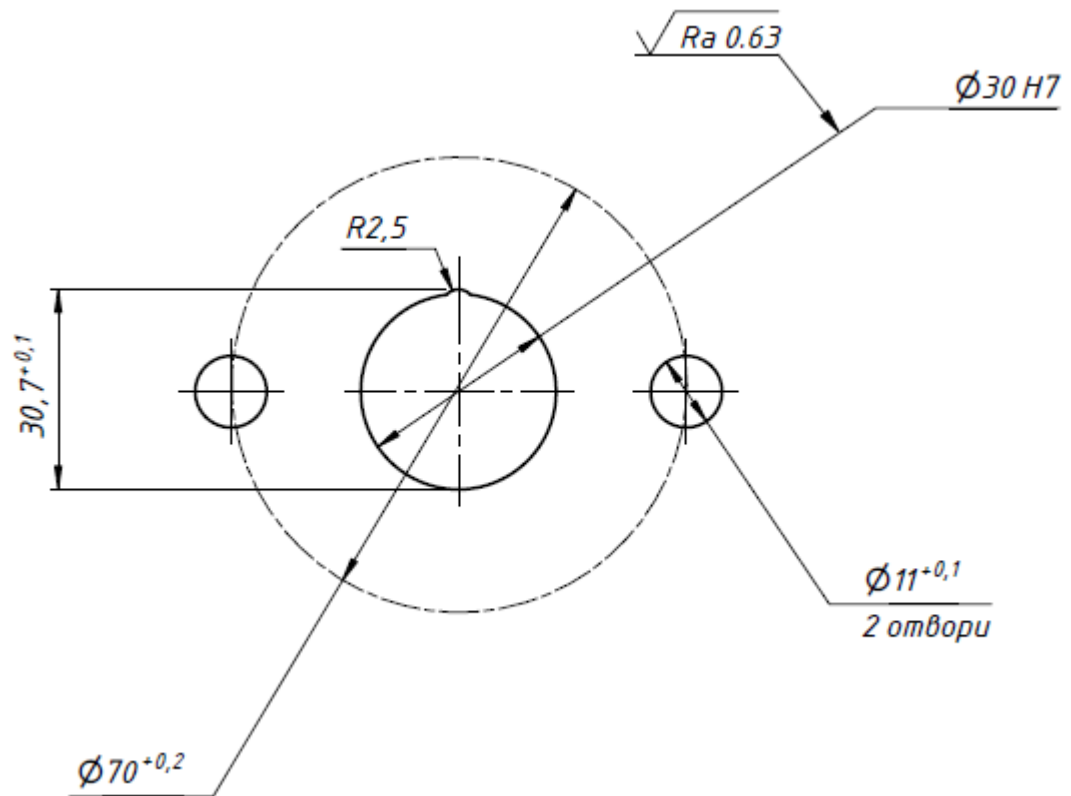


Рисунок 2.1 – Посадковий та повідкові отвори інструменту

Кількість різальних зубів

Згідно [5] при зовнішньому діаметру посадкових отворів $D = 420$ мм приймають кількість різальних зубів $z = 72$.

Оскільки це значення застосовується для інструменту, що здійснює обробку деревини, можемо збільшити кількість зубів при обробці алюмінієвих сплавів. Це значно збільшує продуктивність обробки та знижує основний механічний час при відрізанні профілів.

Тому, приймаємо кількість різальних зубів $z = 96$.

Виконаємо розрахунок параметрів зубів (рис. 2.2). До параметрів відносять:

- Крок зубів.

$$t = D \sin \frac{180}{z} = 13.74 \text{ мм} \quad (2.1)$$

- Висота стружкової канавки.

$$h = (0.35 \dots 0.95)t = 4.8 \dots 13.05 \text{ мм} \quad (2.2)$$

Приймаємо $h = 10.5 \text{ мм}$.

- Радіус заокруглення дна канавки.

$$R = (0.15 \dots 0.3)t = 2.06 \dots 4.12 \text{ мм} \quad (2.3)$$

Приймаємо $R = 1.5 \text{ мм}$, оскільки дане значення найбільш раціонально вписується в конструктивну форму канавки.

- Допоміжний конструкторський розмір.

$$a = (0.4 \dots 0.65)t = 5.5 \dots 8.93 \text{ мм} \quad (2.4)$$

Приймаємо $a = 6 \text{ мм}$.

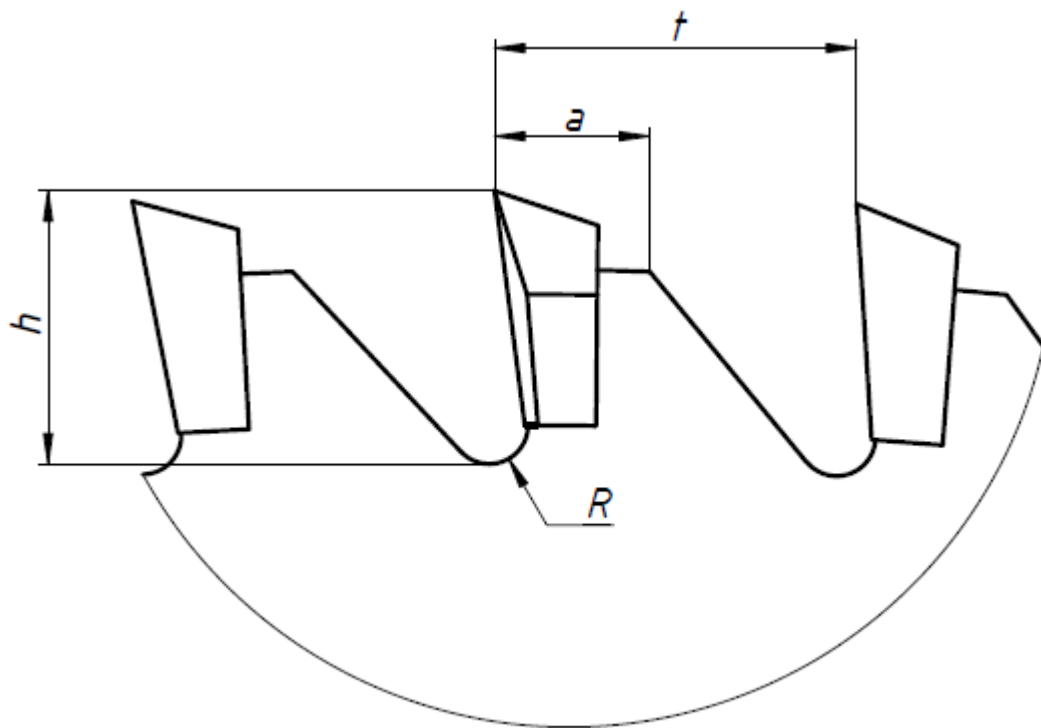


Рисунок 2.2 – Параметри зубів

2.2 Матеріали фрези

Матеріал різальної частини

Дрібнозернистий твердий сплав ВК6ОМ має гарну стійкість при тонкому точінні і розточуванні деяких марок жароміцних і нержавіючих сталей і сплавів, чавунів високої твердості (в тому числі ковких), загартованих сталей і алюмінієвих сплавів. Особливо ефективний він при обробці вольфраму і молібдену, а також при розгортанні і шабруванні сталевих і чавунних деталей [6].

Фізичні властивості дрібнозернистого твердого сплаву ВК6ОМ зображені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Фізичні властивості твердого сплаву ВК6ОМ

Границя міцності при згині	120 ... 135 МПа
Густина	14 ... 15 г/см ³
Твердість	90 ... 92 HRA
Коерцитивна сила	330 Е

Хімічний склад дрібнозернистого твердого сплаву ВК6ОМ зображені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Хімічний склад твердого сплаву ВК6ОМ

Вуглець загальний	5.7%	Карбід вольфраму	91.8%
Вуглець вільний	0.25%	Карбід танталу	2%
Залізо	0.3%	Карбід ваннадія	0.1%
Кисень	0.6%	Кобальт	6%

Матеріал корпусу

Серед всіх різних матеріалів, які застосовуються в машинобудівній та інших областях, найбільшого поширення набула сталь. Вона випускається в самих різних варіантах виконання, експлуатаційні якості багато в чому

залежать від хімічного складу. Процес легування дозволяє надати матеріалу певні експлуатаційні якості. Наприклад, висока концентрація хрому призводить до підвищення корозійної стійкості. Досить велике поширення набула сталь 40Х. Вона представлена легованої структурою, яка може витримувати несуттєвий вплив вологи і деяких хімічних речовин. Сталь 40Х, характеристики якої можуть бути поліпшені при проведенні термічної обробки, має ряд особливостей [4].

Приймаємо конструкційну Сталь 40Х ГОСТ 4543-2006.

Хімічний склад матеріалу зображені на Рисунку 2.3 та Таблиці 2.3 за [3].

Таблиця 2.3 – Хімічні елементи Сталі 40Х ГОСТ 4543-2006

C	Si	Mn	Ni	S
0.36%	0.17%	0.5%	0.3%	0.035%
P	Cr	Cu	Fe	
0.035%	0.8%	0.3%	~97%	

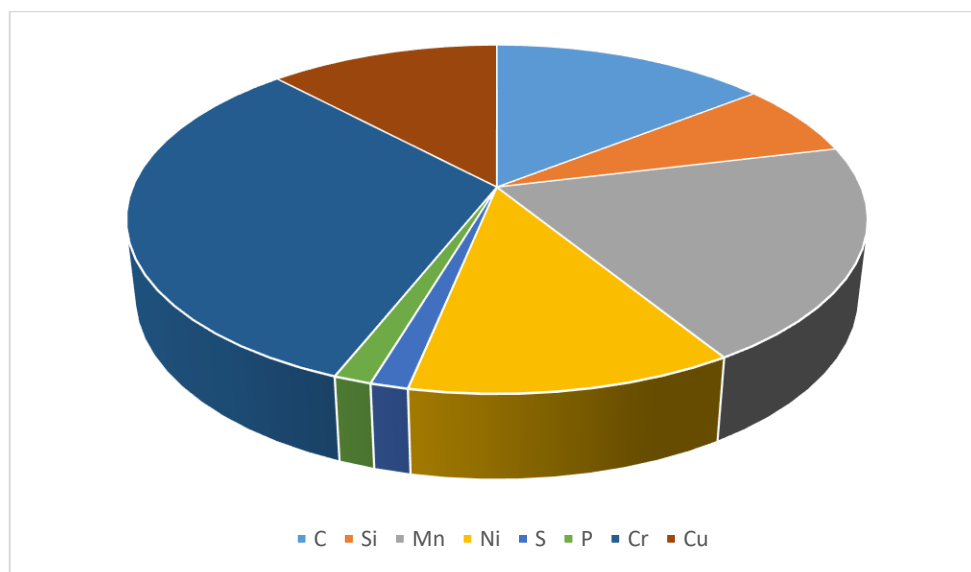


Рисунок 2.3 – Пропорції хімічних елементів Сталі 40Х ГОСТ 4543-2006

Розглядаючи механічні властивості Сталі 40Х слід враховувати, що вона має високу твердість і міцністю, структура може витримувати істотне

навантаження і під час експлуатації не піддаватися руйнуванню. Сталь 40Х характеризується наступними позитивними якостями:

- Досить висока корозійна стійкість, яка досягається при включенні до складу хрому.
- Високі показники міцності. Твердість вимірюється в різних показниках, часто застосовується HRC і HB. Показник твердості відповідає значенню 217 МПа.
- При виборі більш відповідного матеріалу приділяється увага і питомій вазі. Щільність Сталі 40Х становить 7820 кг/м³. [4]

Є й кілька суттєвих недоліків у матеріалі:

- Відпускна крихкість. Після гартування структура стає вельми вразливою до ударного навантаження. Знизити ймовірність підвищення крихкості можна при дотриманні технології термічної обробки.
- Високий ступінь схильності до утворення флокенів. Вона властива досить великій кількості різних сплавів.
- Погана зварюваність ускладнює процес виготовлення різних виробів. При бажанні можуть застосовуватися найрізноманітніші технології зварювання. Процес істотно спрощується за рахунок попереднього нагріву структури. Крім цього, структура складна в різанні при застосуванні зварювального устаткування.
- Флокеночутливість - властивість, яка визначає високу ймовірність появи внутрішніх тріщин після відливання різних виробів. Подібні дефекти часто виникають при гарячій деформації легованої сталі. Подібні дефекти стають причиною високої концентрації водню під час термічної обробки. Знизити ймовірність появи дефектів можна за рахунок суворого дотримання температурного режиму [4].

2.3 Геометричні параметри фрези

Вплив конструкції ріжучого інструменту на якість поверхні полягає в його здатності утворювати «правильну» стружку. Важливо, щоб стружка могла гладко проходити ріжучу поверхню інструменту. Це означає, що передній кут зуба повинен бути досить великий, мастила повинна бути достатньою, а поверхня ріжучого інструменту досить гладкою. Хорошу гладку поверхню можна отримати при роботі з зношеним ріжучим інструментом [7].

До геометрії різальних зубців відрізної фрези для обробки алюмінієвих профілів відносять:

- Передній кут γ ;
- Головний задній кут α ;
- Допоміжний задній кут α_1 ;
- Головний кут в плані φ ;
- Допоміжний кут в плані φ_1 ;
- Кут нахилу різальної кромки ω .

Передній кут γ - кут між передньою поверхнею інструменту і площиною, перпендикулярною до площини різання, проведеної через головну ріжучу кромку. Згідно каталогів для обробки алюмінієвих сплавів приймають $\gamma = 18 - 20^\circ$.

Головний задній кут α - кут між головною задньою поверхнею і площиною різання [8]. Згідно каталогів для обробки алюмінієвих сплавів приймають $\alpha = 8 - 10^\circ$.

Передній кут γ та головний задній кут α зобразимо на Рисунку 2.4.

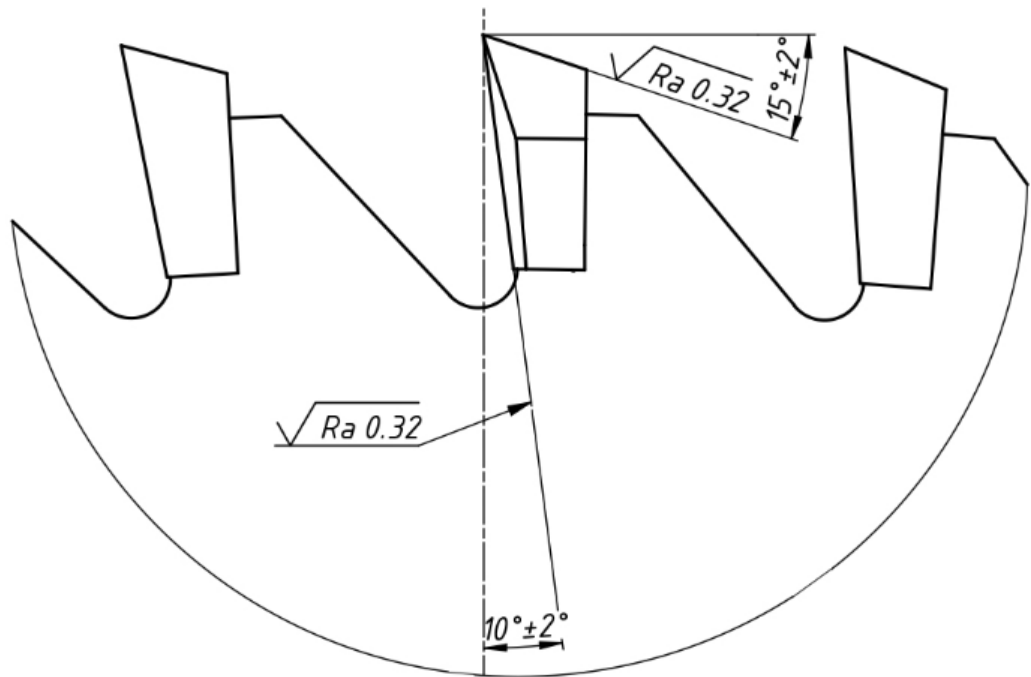


Рисунок 2.4 – Передній та головний задній кути фрези

Головний кут в плані φ - кут між проекцією головної різальної кромки на основну площину і напрямком подачі [8]. Згідно каталогів для обробки алюмінієвих сплавів приймають $\varphi = 30 - 45^\circ$.

Допоміжний кут в плані φ_1 - кут між проекцією допоміжної різальної кромки на основну площину і напрямком подачі [8]. Згідно каталогів для обробки алюмінієвих сплавів приймають $\varphi_1 = 0.5 - 1.5^\circ$.

Зобразимо головний φ та допоміжний φ_1 кути в плані на Рисунку 2.4.

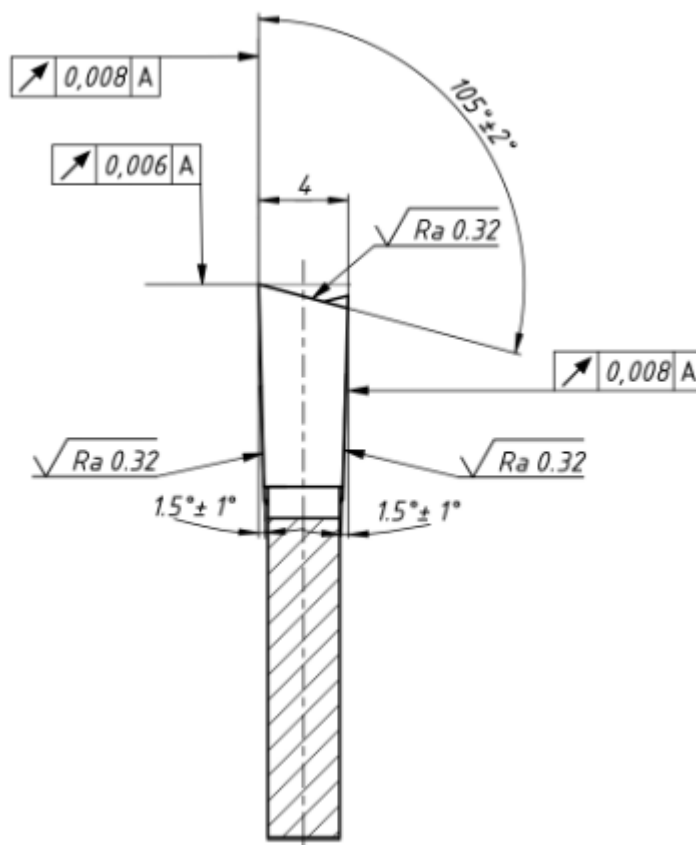


Рисунок 2.4 – Головний та допоміжний кути в плані фрези

Допоміжний задній кут α_1 - кут між передньою і допоміжною задньою поверхнями інструменту [8]. Згідно каталогів для обробки алюмінієвих сплавів приймають $\alpha_1 = 3 - 5^{\circ}$.

Кут нахилу різальної кромки ω - кут, утворений ріжучою кромкою і лінією, проведеної через вершину зуба паралельно основній площині. Кут вимірюється в площині, що проходить через головну ріжучу кромку перпендикулярно основній площині, і вважається позитивним, коли вершина зуба є найнижчою точкою різальної кромки; негативним, коли вершина зуба є найвищою точкою різальної кромки, і дорівнює нулю при паралельності головної різальної крайки і основній площині [8]. Приймаємо для фрези відрізної для обробки алюмінієвих профілів $\omega = 15^{\circ}$.

Зобразимо допоміжний задній кут α_1 та кут нахилу різальної кромки ω для зубів, що розташовані в шахматному порядку на рис. 2.5.

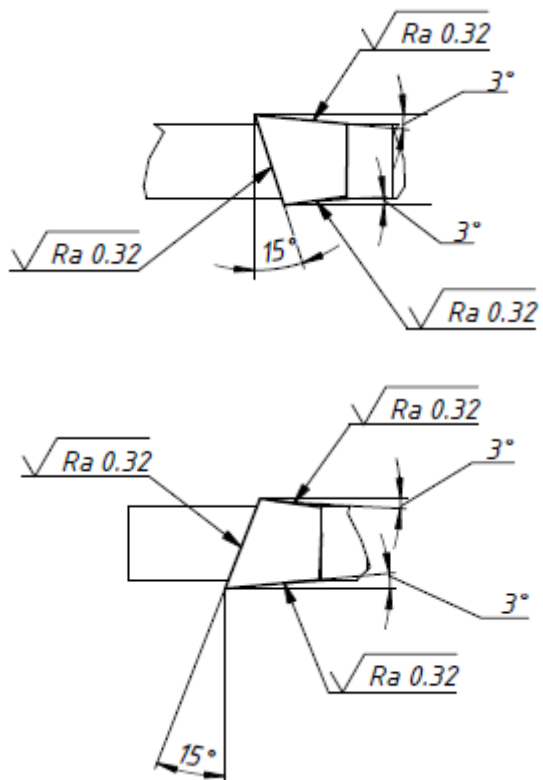


Рисунок 2.5 - Допоміжний задній кут та кут нахилу різальної кромки фрези

Отже, при використанні наступних уточнених параметрів конструкції елементів дискової відрізної фрези при обробці алюмінієвих профілів можливо досягти найбільш оптимальних результатів.

3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

Одним із етапів виготовлення різального інструменту є виготовлення корпусу дискової відрізної фрези. Виконаємо проектування даної деталі.

Для розробки корпусу необхідно виконати наступні кроки:

- Аналіз технічних умов на виготовлення фрези дискової відрізної;
- Розробка маршрутно-операційного процесу виготовлення корпусу;
- Розрахунок режимів різання.

3.1 Технічні умови на виготовлення фрези дискової відрізної

Аналізуючи креслення відрізної дискової фрези з напайними твердосплавними пластинками, можна прийти до висновку, що технічними вимогами до виготовлення інструменту є шорсткість та точність різальної геометрії інструменту та точність посадкового отвору.

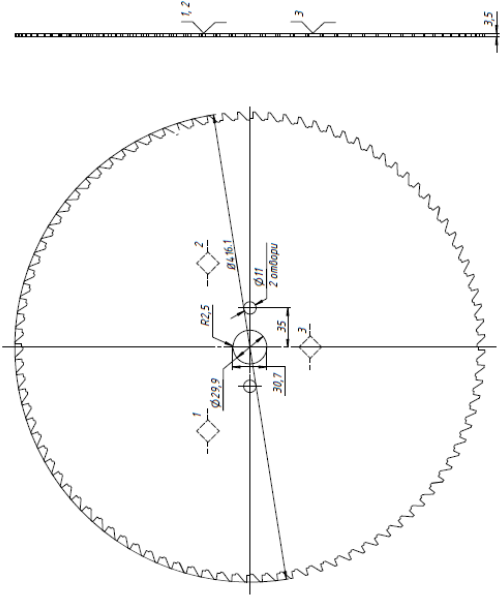
Точність посадкового отвору забезпечується подвійним шліфуванням.

Шорсткість різальної геометрії (передня поверхня, головна та допоміжна задня поверхні та ін.) забезпечується їх заточуванням в спеціальному пристосуванні, що має шкалу повороту.

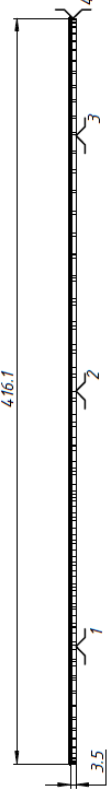
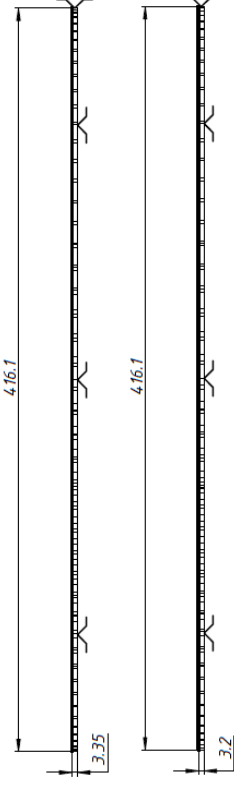
3.2 Маршрутний технологічний процес виготовлення корпусу

Виконаємо розробку маршрутного технологічного процесу виготовлення корпусу фрези дискової. Зобразимо його в табл. 3.1.

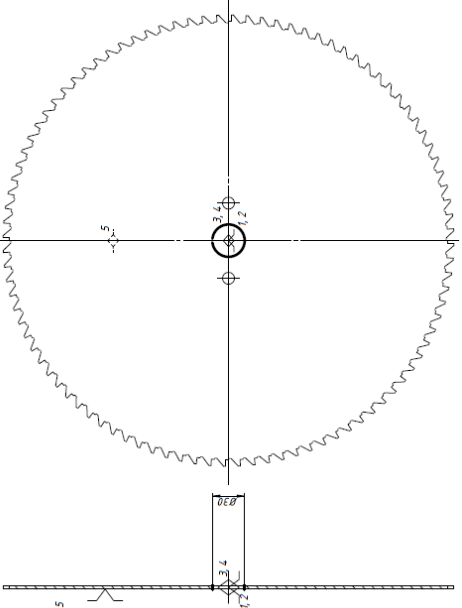
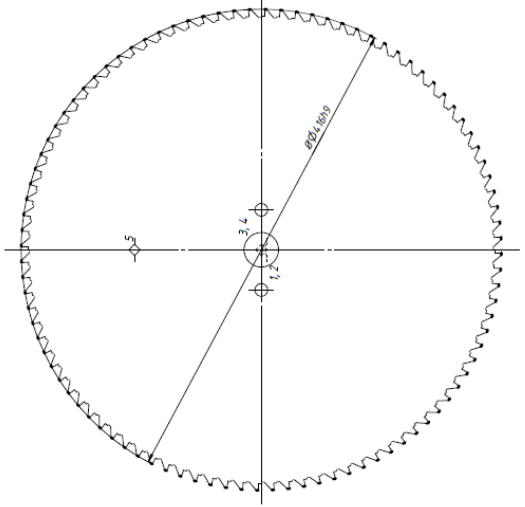
Таблиця 3.1 – Маршрутний технологічний процес виготовлення корпусу

№ операції та зміст	Різальний інструмент	Ескіз операції	Обладнання
<p>005 Заготівельна (Лазерна)</p> <p>Вирізати заготовку корпусу – зовнішній контур, пази під пластини, посадковий отвір з направляючим пазом та з додатковими отворами</p>	-		Верстат лазерної різки AFX-2000

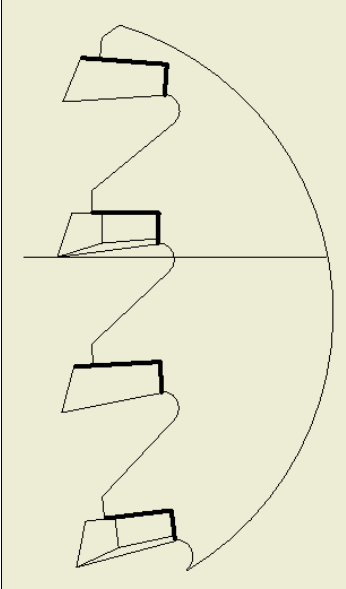
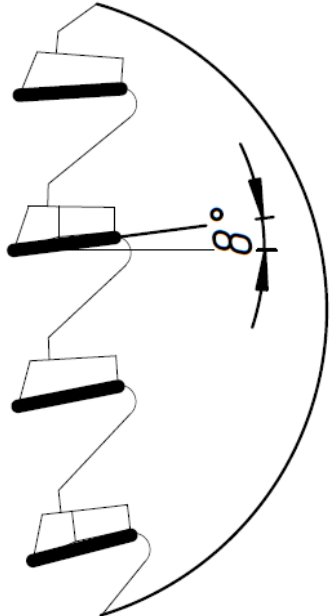
Продовження таблиці 3.1

010 Термічна Загартувати й відпустити корпус	-	-	Електрична піч для гартування
015 Рихтувальна Рихтувати корпус	-		Рихтувальний верстат
020 Плоскошліфувальна Шліфувати торець з двох сторін переустановкою	Шліфувальний круг ППІ 500x50x150 4А 25 СМ1 6 К 35 А 2		Плоскошліфувальний верстат моделі 3Г71

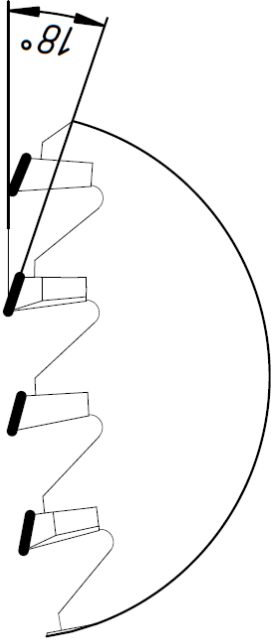
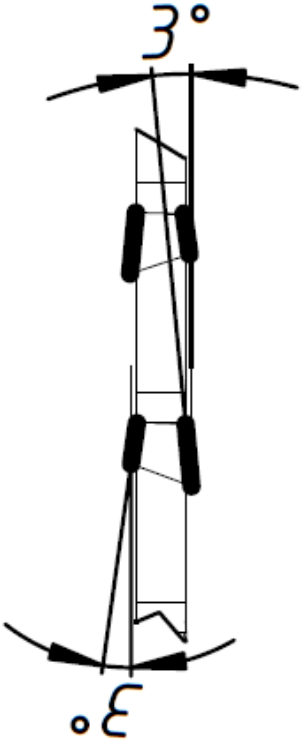
Продовження таблиці 3.1

<p>025</p> <p>Внутрішньошліфувальна Шліфувати посадковий отвір</p>	<p>Шліфувальний круг ПВ 25х20х5 4А 25 СМ1 6 К 35 А 2</p>		<p>Внутрішньошліфувальний верстат моделі 3А228</p>
<p>030 Круглошліфувальна Шліфувати зовнішній діаметр</p>	<p>Шліфувальний круг ПП 300х40х75 4А 50 С1 6 К 35 А 2</p>		<p>Круглошліфувальний верстат моделі 3У423</p>

Продовження таблиці 3.1

035 Електроконтактна Припаяти пластинки до корпусу	-		Електроконтактний карусельний верстат моделі ME303Ф1
040 Піскоструменева Зняти залишки припою	-	-	Піскоструйний верстат
045 Заточувальна Заточити передню поверхню зубців	Шліфувальний круг ПП 200x25x75 4А 50 С1 6 К 20 А 2.		Заточувальний верстат Loroch D-59609

Продовження таблиці 3.1

050 Заточувальна задню поверхню зубців	Шліфувальний круг ПП 200x25x75 4A 50 C1 6 K 20 A 2.		Заточувальний верстат Loroch D-59609
055 Заточувальна задні допоміжні парних зубців, та перевстановити задні допоміжні непарні зубці	Шліфувальний круг ПП 200x25x75 4A 50 C1 6 K 20 A 2.		Заточувальний верстат Loroch D-59609
060 Маркувальна Маркувати інструмент	-	-	Лазерний напівавтомат

3.3 Розрахунок припусків на обробку

Виконаємо розрахунки припусків на обробку на зовнішню циліндричну поверхню $\varnothing 414h9$ та одного із торців.

Мінімальний припуск на попередню та остаточну обробку визначимо по формулі:

$$2 Zi_{\min} = 2((Rz + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) \quad (3.1)$$

Максимальний припуск на обробку внутрішніх діаметрів визначимо по формулі:

$$2 Zi_{\max} = 2Zi_{\min} + Td_{i-1} + Td_i \quad (3.2)$$

де Td_{i-1} й Td_i — допуски розмірів відповідно на попередньому й на виконуваному переході;

Rz — висота мікронерівностей, які залишилися від попередньої операції, мкм;

h_{i-1} — глибина дефектного шару, який залишився від попередньої операції, мкм;

ε_i - погрішність установки в пристрої по даній операції, мкм;

$\Delta_{\Sigma i-1}$ - підсумкове значення просторових відхилень, які залишилися від попередніх операцій, мкм.

Для кожного переходу й розміру вказуємо значення Rz , h , Δ_{Σ} , ε і T_d , які визначимо за допомогою таблиць [12], крім відхилення Δ_{Σ} яке визначимо по формулі:

$$\Delta_{\Sigma} = l \times \frac{\Delta_k}{\Delta_k^2 + 0,25} \quad (3.3)$$

де Δ_k - відхилення осі деталі від прямолінійності (кривизна);

l — довжина заготовки.

Залишкові відхилення розташування заготовки після обробки визначимо

$$\Delta_{ocm} = K_y \Delta_{\Sigma} \quad (3.4)$$

де K_y - коефіцієнт уточнення (для чорнової операції $K_y=0,06$; для чистової - ; $K_y=0,04$);

Δ_3 - кривизна заготовки.

Розрахункові формули для визначення розмірів внутрішніх поверхонь:

$$\begin{aligned}Z_{\max i-1} &= Z_{\max i} - z_{\min i} \\Z_{\min i-1} &= Z_{\max i-1} - T_{i-1} \\D_{\max i-1} &= D_{\max i} - 2z_{\min i} \\D_{\min i-1} &= D_{\max i-1} - T_{Di-1},\end{aligned}\quad (3.5)$$

де $z_{\min i}$ - мінімальний (розрахунковий) припуск на сторону на виконуваний технологічний перехід;

$z_{\min i}$ - мінімальний (розрахунковий) припуск на обидві сторони, або по діаметру;

$Z_{\min i-1}$, $D_{\min i-1}$, $Z_{\max i-1}$, $D_{\max i-1}$ - відповідно найменші і найбільші граничні розміри, отримані на попередньому технологічному переході;

$Z_{\min i}$, $D_{\min i}$, $Z_{\max i}$, $D_{\max i}$ - відповідно найменші і найбільші граничні розміри, отримані на виконуваному переході.

Порядок визначення розмірів для елементарної поверхні:

Найбільші граничні розміри визначимо збільшенням допуску до найменшого граничного розміру. Визначимо фактичні граничні значення припусків z_{\max} , як різницю найбільших граничних розмірів і z_{\min} , як різницю найменших граничних розмірів попереднього і виконуваного переходів (виконуваного і передуючого переходів).

Правильність проведених розрахунків перевіряємо по формулі:

$$2z_{\max} - 2z_{\min} = T_{Di-1} - T_{Di} \quad (3.6)$$

Результати розрахунків зводимо до табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок припусків

Операції	Елементи припуску, мм				Розрахунковий припуск $2Z_{\min}$, мкм	Розрахунковий мінімальний розмір, мм	Допуск TD, мкм	Прийняті розміри по переходам, мм			
	Rz	h	Δ	ϵ				D_{\max} (i-1)	D_{\min} i	Z_{\max} x	Z_{\min} (i-1)
Зовнішній діаметр $\varnothing 414h9$											
Заготовка	25	50	23	—	—	416.1	1550	416.1	414.55	-	-
Шліфування	15	20	10	-	150	414	150	414	413.85	0.14	0.09
Торець											
Заготовка	25	50	23	—	—	3.35	300	3.35	3.65	-	-
Шліфування	15	20	10	-	150	3,2	30	3.2	3.17	0.07	0.03

3.4 Розрахунок режимів різання

Виконаємо розрахунки режимів різання на наступні операції:

- 020 Плоскошліфувальна;
- 025 Внутрішньошліфувальна;
- 030 Круглошліфувальна;
- 055 Заточувальна.

3.4.1 020 Плоскошліфувальна

Зміст операції – шліфувати торці корпусу дискової відрізної фрези остаточно з переустановленням.

Ескіз операції зображений на рис. 3.2.

Верстат - плоскошліфувальний верстат моделі 3Г91.

Різальний інструмент – ПП 500x50x150 4А 25 СМ1 6 К 35 А 1.

Пристосування для базування заготовки – магнітна плита верстату.

Пристосування для базування інструменту – вмонтований в верстат.

При розрахунках режимів різання для шліфування зазвичай визначають ефективну потужність. Отримане значення повинно бути менше допустимої потужності верстатного обладнання.

Ефективна потужність для плоского шліфування визначається як:

$$N = C_N V_3^r t^x S^y d^q \quad (3.1)$$

Де, C_N, r, x, y, q – коефіцієнта та показники степенів при визначенні ефективної потужності різання;

V_3 – швидкість поступального руху заготовки;

t – глибина шліфування;

S – позадвжняя подача;

d – діаметр шліфування;

B – товщина круга.

Згідно кресленню деталі, діаметр шліфування буде рівний $d = 416$ мм.

Товщина круга, згідно вище обраної конструкції інструменту,

$B = 50$ мм.

За [9] табл.55 с.302 при плоскому шліфуванні периферією круга та при обробці сталі 40Х ГОСТ 4543-2006 на верстатах з прямокутним столом та при остаточному шліфуванні – швидкість круга $V_K = 35$ м/с, швидкість заготовки $V_3 = 15$ м/хв, глибина шліфування $t = 0.01$ мм, позадвжняя подача $S = 0.2B = 10$ мм/хід стол.

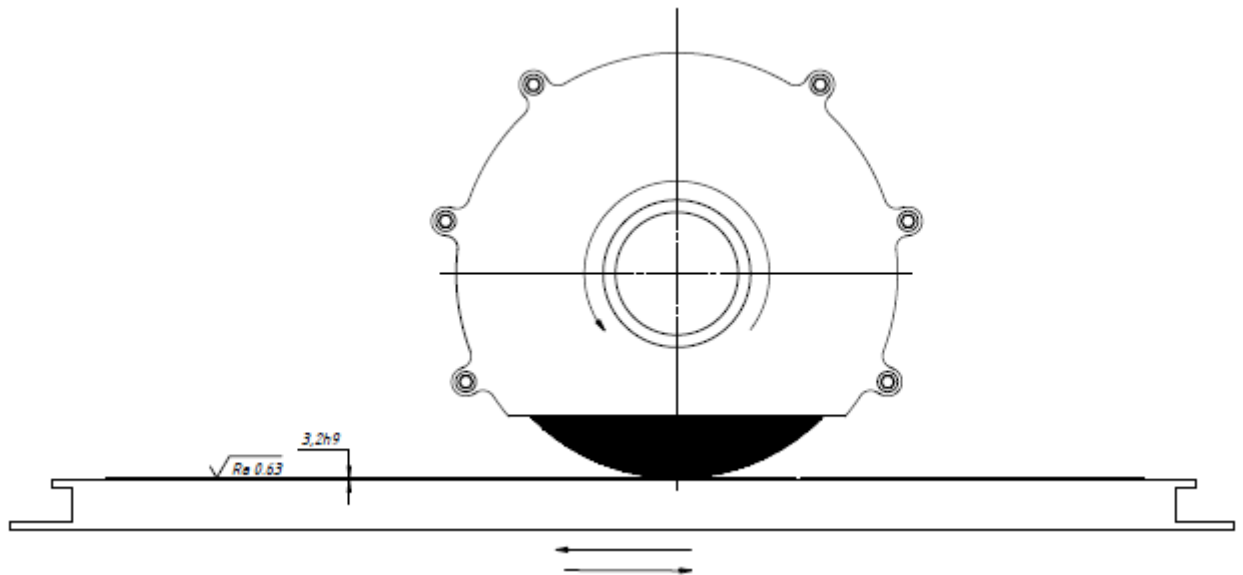


Рисунок 3.2 – Ескіз операції 020 Плоскошліфувальна

За [9] табл.56 с.303 при плоскому шліфуванні периферією круга з прямокутним столом, зернистості шліфувального круга 25 - $C_N = 0.53, r = 0.85, x = 0.65, y = 0.7, q = 0$.

Отже, ефективна потужність рівна

$$N = 1.33 \text{ кВт}$$

За [10] потужність електродвигуна $N_{\text{дв}} = 3.7 \text{ кВт}$.

Максимальна потужність обробки буде рівна $N_e = 0.75N_{\text{дв}} = 2.78 \text{ кВт}$.

Отже, дану операцію плоского шліфування торця можливо виконати на плоско-шліфувальному верстаті 3Б722, оскільки ефективна потужність при шліфуванні менша за допустиму потужність верстату.

$$N < N_e = 1.33 \text{ кВт} < 2.78 \text{ кВт}$$

Основний час обробки при плоскому шліфуванні визначається за наступною формулою:

$$T_o = \frac{\pi D_{\text{ср}} t B_{\text{д}}}{1000 V_s K_{st} K_l} \quad (3.2)$$

Де, D_{cp} – середній діаметр робочої зони стола;

K_{st} – поправочний коефіцієнт, що враховує подачу та глибину обробки в залежності від припуску;

K_l – поправочний коефіцієнт, що враховує твердість інструменту.

Згідно [11] для інструменту твердістю CM1 - $K_l = 1$.

За [11] при припуску на шліфування $t = 0.15$ мм - $K_{st} = 0.15$.

Середній діаметр робочої зони стола приймаємо рівним діаметр оброблюваної деталі, $D_{cp} = 416$ мм.

Отже, основний час рівний

$$T_o = 3.62 \text{ хв}$$

3.4.2 025 Внутрішньошліфувальна

Зміст операції – шліфувати посадковий отвір корпусу фрези.

Ескіз операції зображений на рис. 3.3.

Верстат - внутрішньошліфувальний верстат моделі 3A228.

Різальний інструмент – ПВ 25x20x5 4A 25 CM1 6 K 35 A 1.

Пристосування для базування заготовки – трьох кулачковий патрон.

Пристосування для базування інструменту – оправка.

При розрахунках режимів різання для шліфування зазвичай визначають ефективну потужність. Отримане значення повинно бути менше допустимої потужності верстатного обладнання.

Ефективна потужність для внутрішнього шліфування визначається як:

$$N = C_N V_3^r t^x S^y d^q \quad (3.3)$$

Де, C_N, r, x, y, q – коефіцієнта та показники степенів при визначенні ефективної потужності різання;

V_3 – швидкість поступального руху заготовки;

t – глибина шліфування;

S – поздовжня подача;

d – діаметр шліфування;

B – товщина круга.

Згідно кресленню деталі, діаметр шліфування буде рівний $d = 30$ мм.

Товщина круга, згідно вище обраної конструкції інструменту, $B = 20$ мм.

За [9] табл.55 с.302 при круглому внутрішньому шліфуванні периферією круга та при обробці сталі 40Х ГОСТ 4543-2006 на напівавтоматичних верстатах при остаточному шліфуванні – швидкість круга $V_K = 35$ м/с, швидкість заготовки $V_3 = 50$ м/хв, глибина шліфування $t = 0.002$ мм, поздовжня подача $S = 0,05$ мм/об.

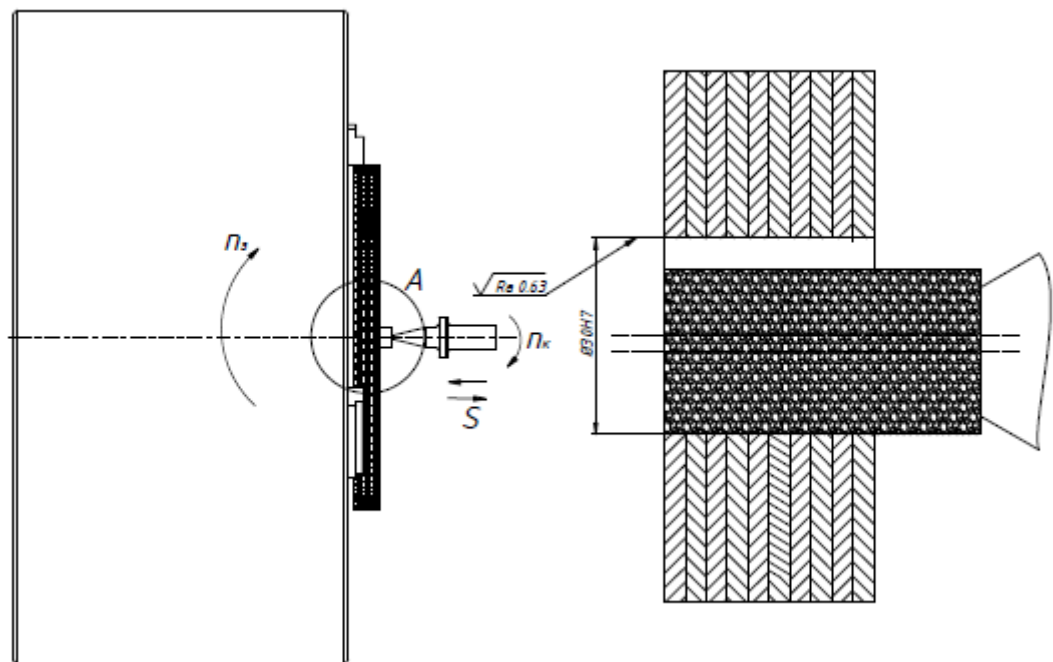


Рисунок 3.3 – Ескіз операції 025 Внутрішньошліфувальна

За [9] табл.56 с.303 при круглому внутрішньому шліфуванні периферією круга, зернистості шліфувального круга 25 - $C_N = 0.3, r = 0.35, x = 0.4, y = 0.4, q = 0.3$.

Отже, ефективна потужність рівна

$$N = 0.52 \text{ кВт}$$

За [12] потужність електродвигуна $N_{дв} = 8.3$ кВт.

Максимальна потужність обробки буде рівна $N_e = 0.75N_{дв} = 6.23$ кВт.

Отже, дану операцію круглого внутрішнього шліфування посадкового отвору можливо виконати на внутрішньо-шліфувальному верстаті 3A228, оскільки ефективна потужність при шліфуванні менша за допустиму потужність верстату.

$$N < N_e = 0.52 \text{ кВт} < 6.23 \text{ кВт}$$

Основний час обробки при круглому внутрішньому шліфуванні визначається за наступною формулою:

$$T_o = \frac{\pi D_{cp} t B_d}{1000 V_3 K_{st} K_l} \quad (3.4)$$

Де, D_{cp} – середній діаметр робочої зони стола;

K_{st} – поправочний коефіцієнт, що враховує подачу та глибину обробки в залежності від припуску;

K_l – поправочний коефіцієнт, що враховує твердість інструменту.

B_d – ширина деталі.

Згідно [11] для інструменту твердістю СМ1 - $K_l = 1$.

За [11] при припуску на шліфування $t = 0.1$ мм - $K_{st} = 0.1$.

Середній діаметр робочої зони стола приймаємо рівним діаметру оброблюваної деталі, а саме діаметру посадкового отвору, $D_{cp} = 30$ мм.

Згідно креслення, ширина корпусу фрези дискової відрізної $B_d = 3.2$ мм.

Отже, основний час рівний

$$T_o = 0.31 \text{ хв}$$

3.4.3 030 Круглошліфувальна

Зміст операції – шліфувати зовнішню циліндричну поверхню корпусу фрези.

Ескіз операції зображений на рис. 3.4.

Верстат - круглошліфувальний верстат моделі 3A423.

Різальний інструмент – ПП 300x40x75 4A 50 C1 6 K 35 A 1.

Пристосування для базування заготовки – оправка з обертаючими центрами.

Пристосування для базування інструменту – вмонтований в верстат.

При розрахунках режимів різання для шліфування зазвичай визначають ефективну потужність. Отримане значення повинно бути менше допустимої потужності верстатного обладнання.

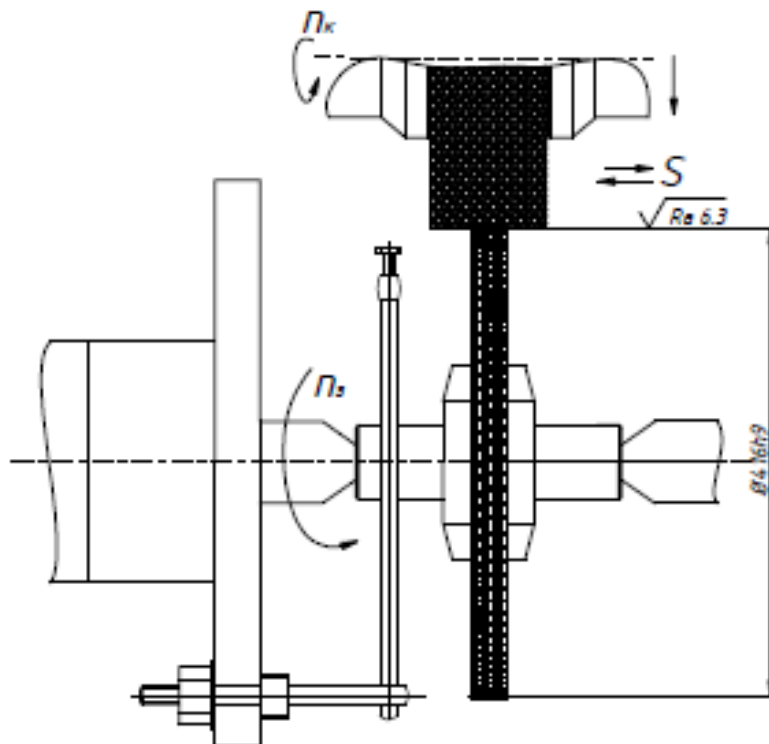


Рисунок 3.4 – Ескіз операції 030 Круглошліфувальна

Ефективна потужність для круглого врізного шліфування визначається як:

$$N = C_N V_3^r S^x d^q b^z \quad (3.5)$$

Де, C_N, r, x, y, q – коефіцієнта та показники степенів при визначенні ефективної потужності різання;

V_3 – швидкість поступального руху заготовки;

S – радіальна подача;

d – діаметр шліфування;

b – ширина шліфування.

Згідно кресленню деталі, діаметр шліфування буде рівний $d = 416$ мм.

За [9] табл.55 с.302 при круглому зовнішньому шліфуванні периферією круга з врізанням та при обробці сталі 40Х ГОСТ 4543-2006 при остаточному шліфуванні – швидкість круга $V_K = 20$ м/с, швидкість заготовки $V_3 = 50$ м/хв, поздовжня подача $S = 0.003$ мм/об.

За [9] табл.56 с.303 при круглому зовнішньому шліфуванні периферією круга врізанням, зернистості шліфувального круга 50 - $C_N = 0.14, r = 0.8, x = 0.8, q = 0.2, z = 1$.

Отже, ефективна потужність рівна

$$N = 0.56 \text{ кВт}$$

За [13] потужність електродвигуна $N_{\text{дв}} = 7.5$ кВт.

Максимальна потужність обробки буде рівна $N_e = 0.75N_{\text{дв}} = 5.63$ кВт.

Отже, дану операцію круглого зовнішнього шліфування зовнішнього діаметру можливо виконати на кругло-шліфувальному верстаті 3А423, оскільки ефективна потужність при шліфуванні менша за допустиму потужність верстату.

$$N < N_e = 0.08 \text{ кВт} < 5.63 \text{ кВт}$$

Основний час обробки при круглому зовнішньому шліфуванні визначається за наступною формулою:

$$T_o = \frac{\pi D a}{1000 V_3 S_{\text{об}}} k \quad (3.6)$$

Де, a – припуск на сторону;

k – коефіцієнт, що враховує точність шліфування.

Припуск на сторону згідно креслення рівний $a = 0.05$ мм.

За [14] при точності шліфування 0.04...0.07 мм - $k = 1.4$.

Отже, основний час рівний

$$T_o = 0.61 \text{ хв}$$

3.4.4 055 Заточувальна

Зміст операції – заточити фрезу дискову відрізну по передній поверхні під кутом 8° .

Ескіз операції зображений на рис. 3.5.

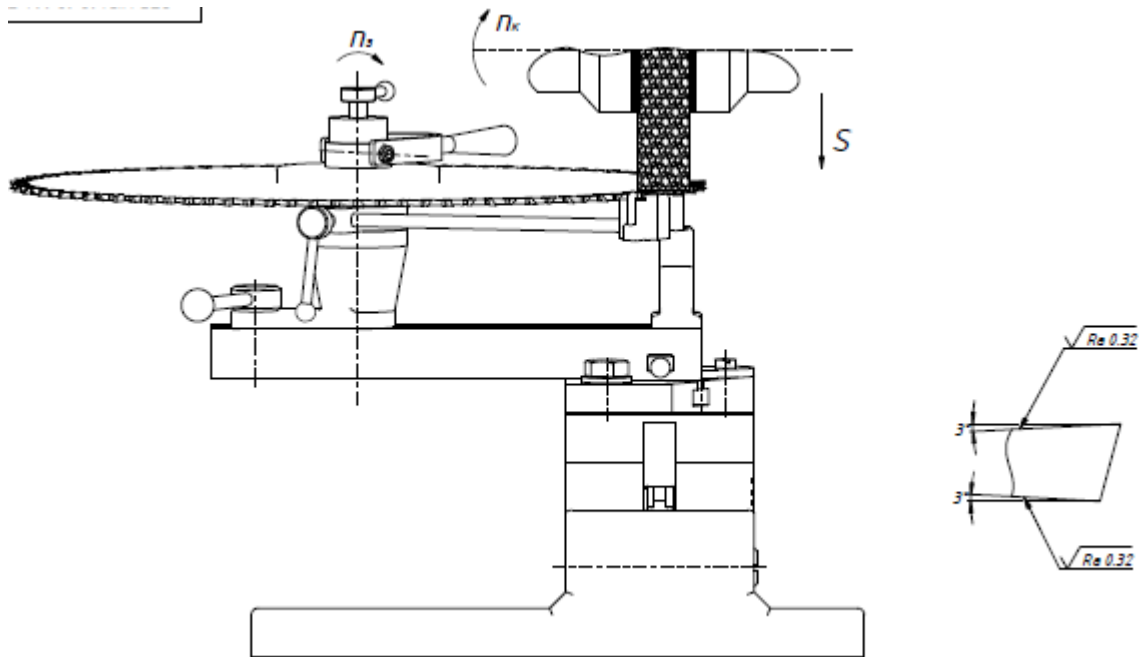


Рисунок 3.5 – Ескіз операції 045 Заточувальна

Верстат - заточувальний верстат Lorch D-59609.

Різальний інструмент – ПП 200x25x75 4A 50 C1 6 K 20 A 1.

Пристосування для базування заготовки – спеціальний поворотний пристрій з ексцентриковим затиском заготовки.

Пристосування для базування інструменту – вмонтований в верстат.

При розрахунках режимів різання для шліфування зазвичай визначають ефективну потужність. Отримане значення повинно бути менше допустимої потужності верстатного обладнання.

Визначимо ефективну потужність при шліфуванні:

$$N = C_N V_3^r t^q b^z \quad (3.7)$$

Де, t – глибина шліфування.

b – ширина шліфування.

V_3 – швидкість обертання заготовки.

C_N, r, q, z – коефіцієнт та показники степенів, що необхідні для розрахунку ефективної потужності.

За [9] табл.55 с.302 при остаточному заточуванні твердих сплавів швидкість обертання заготовки $V_3 = 0.1$ м/хв, глибина шліфування $S = 0.01 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$, $V_k = 20$ м/с.

Глибина шліфування згідно кресленню $t = 0.01$ мм.

За [9] табл.56 с.303 при заточуванні $C_N = 8.5, r = 0.6, q = 0.5, z = 0$

Отже, ефективна потужність рівна

$$N = 0.19 \text{ кВт}$$

За [15] потужність електродвигуна $N_{\text{дв}} = 1$ кВт.

Максимальна потужність обробки буде рівна $N_e = 0.75N_{\text{дв}} = 0.75$ кВт.

Отже, дану операцію остаточного заточування передньої поверхні можливо виконати на шліфувальному верстаті Logosh D-59609, оскільки ефективна потужність при шліфуванні менша за допустиму потужність верстату.

$$N < N_e = 0.19 \text{ кВт} < 0.75 \text{ кВт}$$

Основний час обробки при заточуванні визначається за наступною формулою:

$$T_o = \frac{\pi D a}{1000 V_3 S_{\text{об}}} k \quad (3.8)$$

Де, a – припуск на сторону;

k – коефіцієнт, що враховує точність шліфування.

Припуск на сторону згідно креслення рівний $a = 0.01$ мм.

За [14] при точності шліфування з застосуванням калібрів та поперечних плат - $k = 2$.

Отже, основний час рівний

$$T_o = 0.5 \text{ хв}$$

3.5 Норми часу

Визначимо норми часу на операції, режими різання яких розраховані вище.

3.5.1 Норми часу для операції 020 Плоскошліфувальна

Визначення допоміжного часу

Час на комплекс прийомів по встановленні та зніманні заготовки на електромагнітній плиті при масі деталі до 3 кг і числі встановлюваних заготовок 3 штуки - $t_{в.уст.} = 0.4$ хв [18, карта 13].

Час на комплекс прийомів, що зв'язані з обробкою і вимірюванням універсальним вимірювальним інструментом (мікрометром) при застосуванні верстатів з горизонтальним розташуванням шпинделя та точністю вимірів до 0.05 мм та вимірювальним розміром до 50 мм - $t_{в.пер.} = 0.8$ хв [18, карта 36].

Час для зняття заготовки для вимірів - $t_{в.изм.} = 0.12$ хв [18, карта 43].

Отже, допоміжний час на операцію:

$$t_{в.} = t_{в.уст.} + t_{в.пер.} + t_{в.изм.} = 1.32 \text{ хв} \quad (3.9)$$

Оперативний час

Оперативний час визначається за формулою:

$$t_{оп} = T_o + t_{в.} = 1.82 \text{ хв} \quad (3.10)$$

Час на обслуговування

Час на обслуговування поділяється на технічне та організаційне.

Час технічного обслуговування визначається як:

$$t_{тех} = \frac{T_n t_o}{T} \quad (3.11)$$

Час на одну правку $T_n = 1.7$ хв [18, карта 45]. Період стійкості шліфувального круга $T = 15$ хв [9]. Тоді:

$$t_{тех} = \frac{T_n t_o}{T} = 0.21 \text{ хв}$$

Час на організаційне обслуговування робочого місця визначається в % від $t_{оп}$. Для плоскошліфувального верстату 3Б722 - $t_{орг} = 1.5\%$ від $t_{оп}$ [18, карта 45] - $t_{орг} = 0.03$ хв.

Час на обслуговування робочого місця:

$$t_{об} = t_{тех} + t_{орг} = 0.24 \text{ хв} \quad (3.12)$$

Час на відпочинок та особисті потреби

Час на відпочинок та особисті потреби складає 4% від $t_{оп}$ [4, карта 46] - $t_{от.п.} = 0.08$ хв.

Норма штучного часу визначається:

$$T_{шт} = t_{оп} + t_{об} + t_{от.п.} = 2.14 \text{ хв} \quad (3.13)$$

3.5.2 Норми часу для операції 025 Внутрішньошліфувальна

Визначення допоміжного часу

Час на комплекс прийомів по встановленні заготовок масою до 10 кг в патроні з вивіркою її положення по індикатору - $t_{в.уст.} = 1.35$ хв [18, карта 4].

Час на комплекс прийомів, що зв'язані з обробкою і вимірюванням універсальним вимірювальним інструментом (мікрометром) при застосуванні верстатів другої групи - $t_{в.пер.} = 0.6$ хв [18, карта 35].

Час для зняття заготовки для вимірів - $t_{в.изм.} = 0.12$ хв [18, карта 35].

Отже, допоміжний час на операцію:

$$t_{в.} = t_{в.уст.} + t_{в.пер.} + t_{в.изм.} = 2.07 \text{ хв}$$

Оперативний час

Оперативний час визначається за формулою:

$$t_{оп} = T_o + t_{в.} = 2.38 \text{ хв} \quad (3.10)$$

Час на обслуговування

Час на обслуговування поділяється на технічне та організаційне.

Час на одну правку $T_n = 1.7$ хв [18, карта 45]. Період стійкості шліфувального круга $T = 6$ хв [9]. Тоді:

$$t_{\text{тех}} = \frac{T_n t_o}{T} = 0.67 \text{ хв}$$

Час на організаційне обслуговування робочого місця визначається в % від $t_{\text{оп}}$. Для внутрішньошліфувального верстату - $t_{\text{орг}} = 2.5\%$ від $t_{\text{оп}}$ [18, карта 45] - $t_{\text{орг}} = 0.06 \text{ хв}$.

Час на обслуговування робочого місця:

$$t_{\text{об}} = t_{\text{тех}} + t_{\text{орг}} = 0.73 \text{ хв}$$

Час на відпочинок та особисті потреби

Час на відпочинок та особисті потреби складає 4% від $t_{\text{оп}}$ [4, карта 46] - $t_{\text{от.п.}} = 0.1 \text{ хв}$.

Норма штучного часу визначається:

$$T_{\text{шт}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{об}} + t_{\text{от.п.}} = 3.21 \text{ хв}$$

3.5.3 Норми часу для операції 030 Круглошліфувальна

Визначення допоміжного часу

Час на комплекс прийомів по встановленні заготовок масою до 10 кг в центрах (час на закріплення хомутика перекривається основним, тому і не враховується) - $t_{\text{в.уст.}} = 0.23 \text{ хв}$ [18, карта 6].

Час на комплекс прийомів, що зв'язані з обробкою і вимірюванням універсальним вимірювальним інструментом (мікрометром) при застосуванні верстатів другої групи - $t_{\text{в.пер.}} = 0.49 \text{ хв}$ [18, карта 44].

Час для зняття заготовки для вимірів - $t_{\text{в.изм.}} = 0.13 \text{ хв}$ [18, карта 43].

Отже, допоміжний час на операцію:

$$t_{\text{в.}} = t_{\text{в.уст.}} + t_{\text{в.пер.}} + t_{\text{в.изм.}} = 0.85 \text{ хв}$$

Оперативний час

Оперативний час визначається за формулою:

$$t_{\text{оп}} = T_o + t_{\text{в.}} = 1.46 \text{ хв}$$

Час на обслуговування

Час на обслуговування поділяється на технічне та організаційне.

Час на одну правку $T_n = 1.6$ хв [18, карта 45]. Період стійкості шліфувального круга $T = 15$ хв [9]. Тоді:

$$t_{\text{тех}} = \frac{T_n t_o}{T} = 0.06 \text{ хв}$$

Час на організаційне обслуговування робочого місця визначається в % від $t_{\text{оп}}$. Для круглошліфувального верстату - $t_{\text{орг}} = 1\%$ від $t_{\text{оп}}$ [18, карта 45] - $t_{\text{орг}} = 0.06$ хв.

Час на обслуговування робочого місця:

$$t_{\text{об}} = t_{\text{тех}} + t_{\text{орг}} = 0.12 \text{ хв}$$

Час на відпочинок та особисті потреби

Час на відпочинок та особисті потреби складає 4% від $t_{\text{оп}}$ [4, карта 46] - $t_{\text{от.п.}} = 0.06$ хв.

Норма штучного часу визначається:

$$T_{\text{шт}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{об}} + t_{\text{от.п.}} = 1.64 \text{ хв}$$

3.5.4 Норми часу для операції 055 Заточувальна

Визначення допоміжного часу

Час на комплекс прийомів по встановленні заготовок масою до 10 кг в спеціальне пристосування) - $t_{\text{в.уст.}} = 0.1$ хв [18, карта 6].

Час на комплекс прийомів, що зв'язані з обробкою і вимірюванням універсальним вимірювальним інструментом (кутоміром) при застосуванні верстатів другої групи - $t_{\text{в.пер.}} = 0.7$ хв [18, карта 44].

Час для зняття заготовки для вимірів - $t_{\text{в.изм.}} = 0.12$ хв [18, карта 43].

Отже, допоміжний час на операцію:

$$t_{\text{в.}} = t_{\text{в.уст.}} + t_{\text{в.пер.}} + t_{\text{в.изм.}} = 0.92 \text{ хв}$$

Оперативний час

Оперативний час визначається за формулою:

$$t_{\text{оп}} = T_o + t_{\text{в.}} = 1.42 \text{ хв}$$

Час на обслуговування

Час на обслуговування поділяється на технічне та організаційне.

Час на одну правку $T_n = 1.6$ хв [18, карта 45]. Період стійкості шліфувального круга $T = 15$ хв [9]. Тоді:

$$t_{\text{тех}} = \frac{T_n t_o}{T} = 0.05 \text{ хв}$$

Час на організаційне обслуговування робочого місця визначається в % від $t_{\text{оп}}$. Для заточувального верстату - $t_{\text{орг}} = 1\%$ від $t_{\text{оп}}$ [18, карта 45] - $t_{\text{орг}} = 0.01$ хв.

Час на обслуговування робочого місця:

$$t_{\text{об}} = t_{\text{тех}} + t_{\text{орг}} = 0.06 \text{ хв}$$

Час на відпочинок та особисті потреби

Час на відпочинок та особисті потреби складає 4% від $t_{\text{оп}}$ [4, карта 46] - $t_{\text{от.п.}} = 0.04$ хв.

Норма штучного часу визначається:

$$T_{\text{шт}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{об}} + t_{\text{от.п.}} = 1.52 \text{ хв}$$

4 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

4.1 Пристосування для загострення різальних кромek дискової відрізної фрези

4.1.1 Опис пристосування

Точність обробки деталей за параметрами відхилень розмірів, форми та розташування поверхонь збільшується (у середньому на 20 – 30 %) за рахунок використання верстатних пристосувань. Вони повинні бути точні за виконанням, мати власну контактну жорсткість, зі зменшеними деформаціями заготовок і стабільними силами їх закріплення. Застосування верстатних пристосувань дозволяє обґрунтовано знизити вимоги до кваліфікації верстатників основного виробництва (у середньому на розряд), об'єктивно регламентувати тривалість виконуваних операцій, поширити технологічні можливості обладнання [16].

Чим більше випуск деталей, тим більш економічно вигідно застосовувати спеціальні верстатні пристосування, тому що затрати на їх виробництво розкладаються на велику кількість деталей. У крупносерійному та масовому виробництві використання пристосувань надає техніко – економічний ефект, котрий зі значною вигодою окупає їх. При цьому вирішується питання о конструкції пристосування та на яку кількість одночасно оброблювальних деталей воно повинно бути розраховано [16].

Для зменшення штучного часу обробки дискової відрізної фрези, підвищення продуктивності на операції загострення різальних кромek, що призводить до зниження собівартості продукції виконуємо проектування спеціального пристосування.

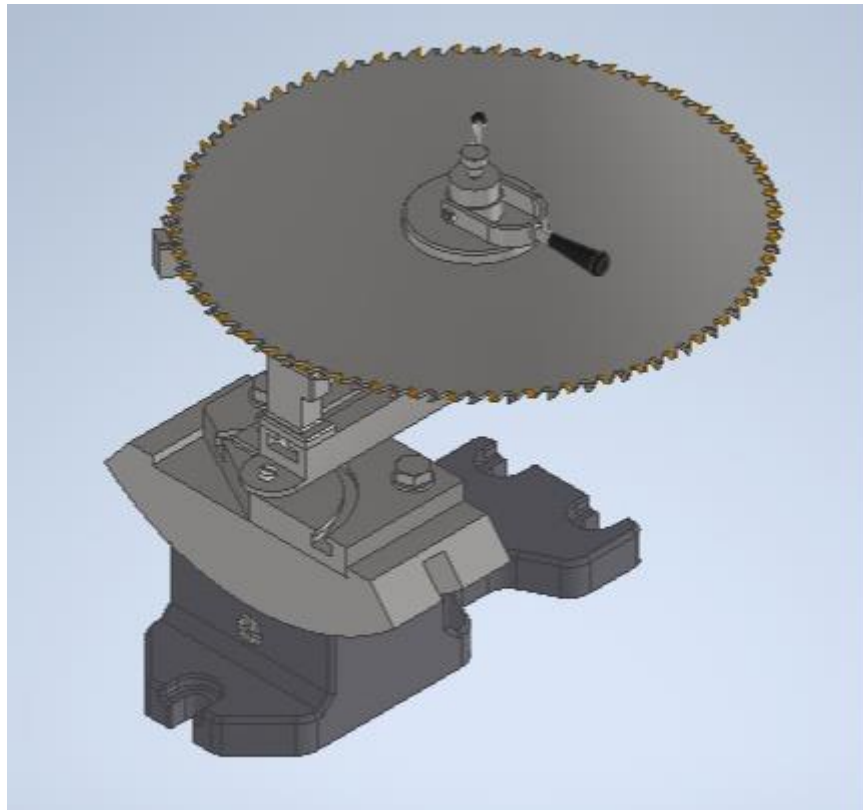


Рисунок 4.1 – Пристосування для переточки фрези дискової відрізної

Пристосування складається з корпусу, що має круговий паз типу «Ластівчин хвіст». До нього кріпиться напрямна. Ця напрямна може обертатись навколо осі на кут $\pm 90^\circ$. До напрямної прикріплена опора. Через перехідну втулку до опори кріпиться фреза. Затискається фреза за допомогою рукоятки, яка встановлена зі зміщеним центром.

4.1.2 Розробка схеми базування

Для цілей проектування, виготовлення, складання і ремонту виробів машинобудування встановлені терміни і визначення основних понять. Базування - придання заготовці чи виробу необхідного положення відносно вибраної системи координат. При розробці технологічного процесу механічної обробки важливо правильно вибрати установочні поверхні (бази), способи установки і закріплення заготовок на верстатах [17].

Призначення баз є одним із важливих етапів проектування оскільки суттєво впливає на фактичну точність виконання розмірів, правильність

взаємного розташування поверхонь, ступінь складності пристроїв і інструменту, загальну продуктивність обробки. В ряді випадків можлива реалізація кількох варіантів базування із яких не просто вибрати кращий. Вибір баз вимагає чіткого уявлення про функціональне призначення поверхонь деталі, розмірним зв'язку між ними, про їх пошкодження при експлуатації і можливості використання в ремонтній практиці [17].

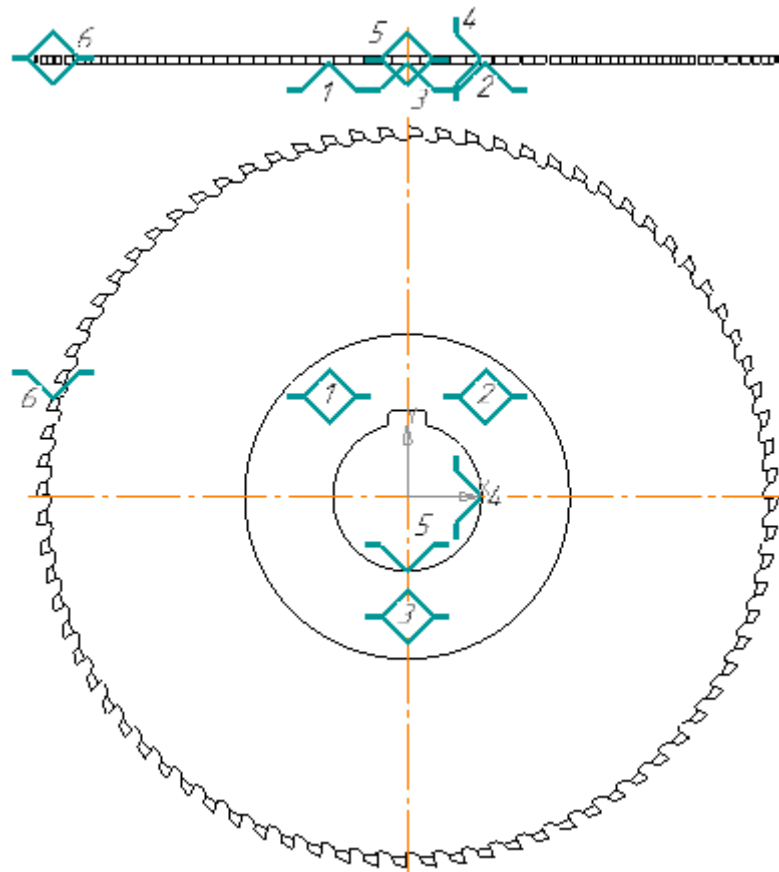


Рисунок 4.2 – Схема базування фрези

Деталь «Опора» являється установочною базою для фрези. Ця деталь позбавляє заготовку трьом рухам – одного поступального та двох обертальних.

Деталь «Перехідна втулка» являється подвійною опорною базою. Ця деталь позбавляє заготовку двом рухам – одного поступального і одного обертального рухам.

Деталь «Перекидний упор» являється опорною базою і позбавляє заготовку одного обертального руху.

Отже, можна зробити висновки, що схема базування являється повною, оскільки позбавляє заготовку всім шести можливим рухам.

4.1.3 Визначення необхідного зусилля затиску

Для визначення зусилля затиску необхідного для надійного забезпечення операції переточування в першу чергу потрібно визначити зусилля, що виникає при переточуванні різальних кромek фрези.

Визначимо ефективну потужність при шліфуванні [9]:

$$N = C_N V_3^r d^q b^z \quad (4.1)$$

Де, d – діаметр шліфування.

$$d = 200 \text{ мм}$$

b – ширина шліфування.

$$b = 5 \text{ мм}$$

C_N, r, q, z – коефіцієнт та показники степенів, що необхідні для розрахунку ефективної потужності.

За [9] ці показники рівні:

$$C_N = 8.5, r = 0.6, q = 0.5, z = 0$$

V_3 – швидкість обертання заготовки.

За [9]:

$$V_3 = 1 \text{ м/хв}$$

Отже,

$$N = 567.02 \text{ Вт}$$

Визначимо зусилля різання як:

$$P = \frac{N}{V_k} \quad (4.2)$$

Де, V_k – швидкість обертання шліфувального круга.

За [9]:

$$V_3 = 20 \text{ м/хв}$$

Отже,

$$P = 60 \text{ Н}$$

Виконавши розрахунки сили, яка виникає при операції переточування виникає можливість розрахувати необхідне зусилля різання.

$$Q = \frac{kP}{f_1 + f_2} \quad (4.3)$$

Де, k – коефіцієнт запасу сил затиску.

Визначається як:

$$k = \prod_0^6 k_i \quad (4.4)$$

Де, k_0 – гарантований коефіцієнт запасу.

За [18]:

$$k_0 = 1.5$$

k_1 – коефіцієнт, що враховує наявність випадкових нерівностей на поверхні заготовки.

При чистовій обробці:

$$k_1 = 1$$

k_2 - коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при затупленні інструменту.

За [18] т.1 при шліфуванні:

$$k_2 = 1.2$$

k_3 - коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при переривистому різанні.

При обробці з ударами за [18]:

$$k_3 = 1.2$$

k_4 - коефіцієнт, що враховує постійність сил затиску.

Для ручних затискних пристосувань за [18]:

$$k_4 = 1.3$$

k_5 - коефіцієнт, що враховує зручність розташування рукояток в ручних затискних пристосуваннях.

При зручному розташуванні за [18]:

$$k_5 = 1$$

k_6 - коефіцієнт, що враховує наявність моментів, що намагаються повернути заготовку.

При повній схемі базування за [18]:

$$k_6 = 1$$

Отже, коефіцієнт запасу сили затиску буде рівним:

$$k = 2.81$$

f_1 – коефіцієнт тертя між заготовкою та установчими елементами.

При установці сталюї заготовки на сталюу опору:

$$f_1 = 0.15$$

f_2 – коефіцієнт тертя між заготовкою та затискними елементами.

При затиску сталюї заготовки сталюими елементами:

$$f_2 = 0.15$$

Тоді, необхідна сила затиску буде рівна:

$$Q = 562 \text{ Н}$$

4.1.4 Визначення фактичного значення сили затиску

Виконаємо розрахунок фактичного зусилля затиску, що виникатиме при затиску ексцентриковим затискачем.

Для цього знайдемо кут тертя між деталлю та ексцентриком:

$$\varphi_1 = \tan^{-1} f_1 = 8.53^\circ \quad (4.5)$$

Знайдемо кут тертя між віссю та ексцентриком:

$$\varphi_2 = \tan^{-1} f_2 = 8.53^\circ \quad (4.6)$$

Зменшення тертя в обох місцях підвищує силову ефективність механізму, але зменшення тертя в області контакту деталі і кулачка веде до зникнення самогальмування [19].

Визначимо найбільший кут кругового клину:

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{2e}{D}\right) = 8,53^\circ \quad (4.7)$$

Де, e – ексцентриситет кулачка;

D – діаметр ексцентрика.

Для забезпечення самогальмування на сталених поверхнях бажано забезпечити умову $D/e \geq 15$ [19].

За [20] приймаємо остаточно $D/e = 15$, тоді діаметр ексцентрика буде рівний $D = 80$ мм, а ексцентриситет $e = 6$ мм.

Після визначення попередніх параметрів, визначимо радіус вектор точки контакту, котрий буде рівний:

$$R = \frac{D}{2 \cos \alpha} = 40,48 \text{ мм} \quad (4.8)$$

А відстань від осі ексцентрика до опори, яка буде піджиматись ексцентриком відповідно буде:

$$A = s + R \cos \alpha = 60 \text{ мм} \quad (4.9)$$

Де, s – товщина затискуваної деталі.

У випадку затиску верхньої опори пристосування:

$$s = 20 \text{ мм}$$

Знайдемо зусилля затиску за формулою:

$$F = \frac{PL \cos \alpha}{R \tan(\alpha + \varphi_1) + \frac{d}{2 \tan(\varphi_2)}} = 1234 \text{ Н} \quad (4.10)$$

Де, P – зусилля на рукоятці. Згідно стандартів $P = 150$ Н.

L – довжина рукоятки - $L = 150$ мм.

Отже, як видно з розрахунків, сили затиску достатньо на пристосуванні для здійснення довбання шпонкового пазу в корпусі фрези.

4.2 Визначення кутів установки

Завдання визначення кутів при заточці дискових відрізних фрез може бути розв’язана аналітично. Аналітичне визначення кутів проводиться в такій послідовності:

1. Визначається нормаль до площини зубця фрези, що заточується, при відповідному початковому стартовому положенні універсально-заточувальної головки і закріпленої в ній дискової фрези.

2. Виводяться формули переходу від системи координат інструменту, пов’язаної з заточувальним зубом фрези до системи координат, пов’язаною з верстатом, при довільних кутах оберту шпинделя універсально-заточувальної головки навколо відповідних осей.

3. Записується, використовуючи формули переходу, рівняння нормалі в системі координат, пов’язаною з верстатом, при довільних кутах обертання головки.

4. З можливих положень нормалі відбирається те, при якому нормаль до замочуваної площини буде перпендикулярною робочій площині шліфувального круга. Кути обертання головки, що відповідають такому положенню нормалі, будуть шуканими кутами, при одержуванні яких при заточці забезпечують потрібні геометричні параметри різальної частини фрези.

4.2.1 Визначення кутів установки при заточці передньої поверхні зуба фрези

Початкове положення фрези при заточці передньої поверхні зображено на рисунку плакаті. В початковому положенні вісь фрези лежить у вертикальній площині, а вершина заточувального зуба лежить в одній горизонтальній площині. Вважаємо, що при заточці буде використана одна вісь обертання B . З заточувальним зубом фрези пов’язано систему координат XYZ .

За площину XY приймаємо головну січну площину зуба фрези. Вісь X направлена вздовж горизонтальної осі фрези, вісь Y – вздовж вертикальної. Вісь Z , як завжди іде перпендикулярно до осей X і Y та направлена по осі фрези. У вибраній

таким чином системі координат площина XY відповідає основній площині зуба, а площина ZX - перерізу площині різання.

З віссю головки B пов'яжемо систему координат $X_B Y_B Z_B$. Будемо вважати, що в початковий момент усі названі системи координат співпадають і кути обертання θ навколо осей B, B, A рівні нулю ($\theta_B=0, \theta_B=0, \theta_A=0$). Припустимо також, що в процесі заточки фрези відносно шпинделя головки не буде переміщуватись. Отже система XYZ не буде співпадати з системою $X_B Y_B Z_B$. Тому при визначенні кутів установки для загострення по передній поверхні будемо розглядати тільки дві системи координат XYZ та $X_B Y_B Z_B$.

Оберт універсально-заточувальної головки навколо осі B на довільний кут θ_B викликає оберт системи XYZ відносно системи $X_B Y_B Z_B$ навколо осі Z_B . При прийнятих позначеннях, запишемо формули переходу від системи XYZ до системи $X_B Y_B Z_B$:

$$\begin{aligned} X_B &= X \cdot \cos \theta_B - Y \sin \theta_B; \\ Y_B &= Y \cdot \cos \theta_B + X \sin \theta_B; \\ Z_B &= Z. \end{aligned} \quad (4.11)$$

Для визначення положення нормалі проводимо вектори (рис. 3.5): вектор \bar{P} , який іде по передній поверхні та вектор \bar{P} , який іде вздовж головної різальної кромки.

У системі координат XYZ , пов'язаної з заточувальним зубом фрези, вектор \bar{P} може бути записаний таким чином (довжина вектора дорівнює одиниці):

$$\bar{P} = \bar{i} \sin \gamma - \bar{j} \cos \gamma. \quad (4.12)$$

У системі координат $X_I Y_I Z_I$ вектор \bar{P} можна записати (довжина проекції на вісь Z_I дорівнює одиниці):

$$\bar{P} = -\bar{j} \operatorname{tg} \lambda + \bar{k}. \quad (4.13)$$

Після переходу від системи $X_1Y_1Z_1$ до системи XYZ вектор \bar{P} набуде наступний вигляд:

$$\bar{P} = -\bar{i} \operatorname{tg} \lambda \sin \alpha - \bar{j} \operatorname{tg} \lambda \cos \alpha + \bar{k}. \quad (4.14)$$

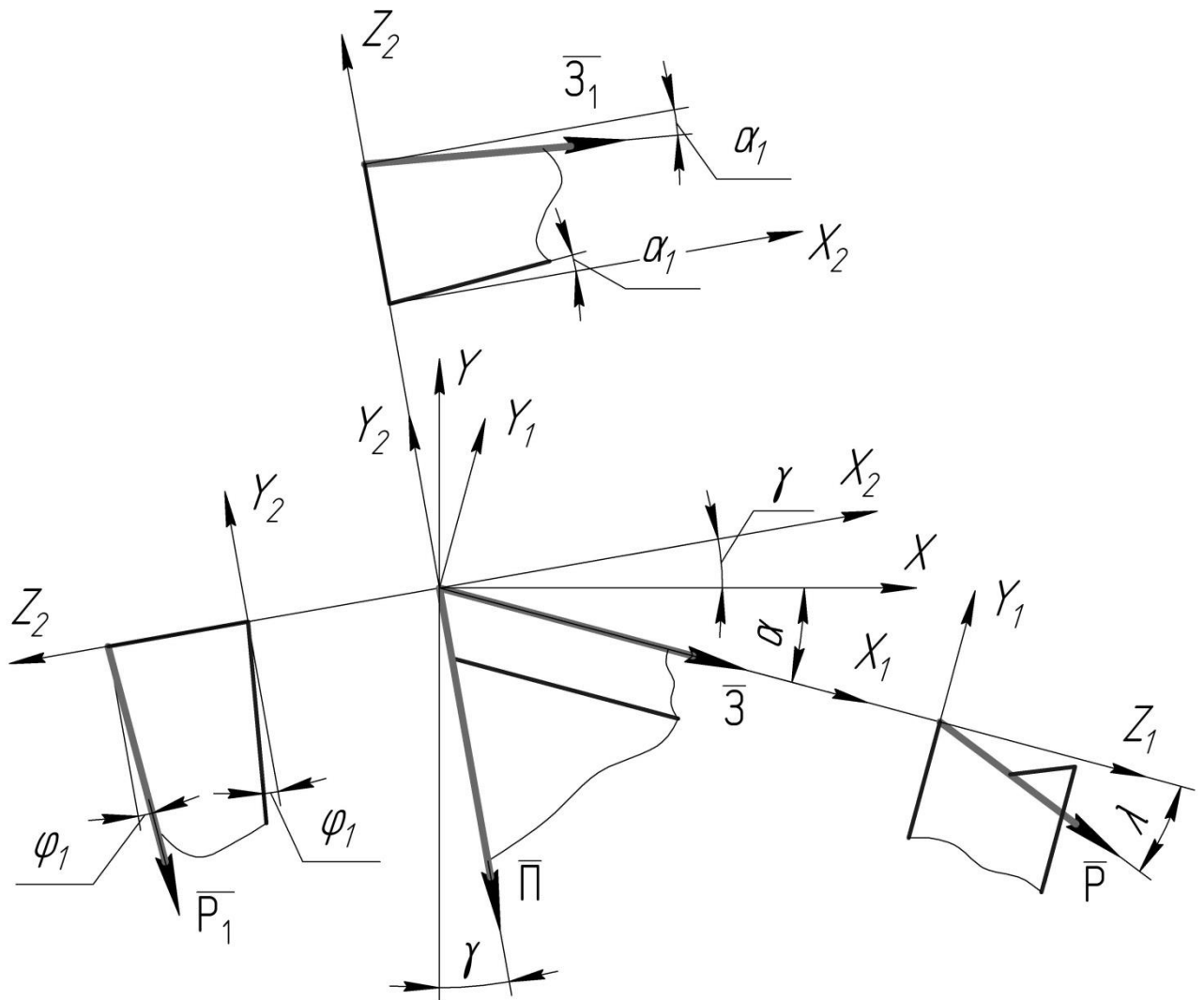


Рисунок 5.1 – Положення векторів

Вектор нормалі \bar{N}_{II} до передньої поверхні зуба фрези визначається як векторний добуток векторів \bar{P} та $\bar{\Pi}$, розміщених в цій площині:

$$\bar{N}_{II} = [\bar{P} \times \bar{\Pi}] \quad (4.15)$$

У координатній формі цей добуток записується таким чином:

$$\bar{N}_{II} = \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ -tg\lambda \cdot \sin \alpha & -tg\lambda \cdot s \cos \alpha & 1 \\ \sin \gamma & -\cos \gamma & 0 \end{vmatrix}. \quad (4.16)$$

Розкриваючи визначник, одержимо:

$$\bar{N}_{II} = \bar{i}(\cos \gamma) + \bar{j}(\sin \gamma) + \bar{k}(-tg\lambda \cdot \sin \alpha \cdot \cos \gamma + tg\lambda \cdot \cos \alpha \cdot \sin \gamma). \quad (4.17)$$

Таким чином координати вектора \bar{N}_{II} в системі XYZ будуть:

$$\begin{aligned} X &= \cos \gamma; \\ Y &= \sin \gamma; \\ Z &= -tg\lambda \cdot \sin \alpha \cdot \cos \gamma + tg\lambda \cdot s \cos \alpha \cdot \sin \gamma. \end{aligned} \quad (4.9)$$

Координати вектора \bar{N}_{II} в системі $X_B Y_B Z_B$ визначаються за допомогою формул перетворення координат і дорівнюють:

$$\begin{aligned} X_B &= \cos \gamma \cdot \cos \theta_B - \sin \gamma \cdot \sin \theta_B; \\ Y_B &= \sin \gamma \cdot \cos \theta_B + \cos \gamma \cdot \sin \theta_B; \\ Z_B &= -tg\lambda \cdot \sin \alpha \cdot \cos \gamma + tg\lambda \cdot s \cos \alpha \cdot \sin \gamma. \end{aligned} \quad (4.18)$$

При заточці нормаль \bar{N}_{II} до передньої поверхні зуба фрези повинна бути перпендикулярна робочій площині шліфувального круга, яка їде паралельно площині $Z_B Y_B$. Отже в розглянутому випадку нормаль \bar{N}_{II} повинна бути паралельною до осі X_B і її проекції на вісі Y_B і Z_B повинні дорівнювати нулю, тобто:

$$\sin \gamma \cdot \cos \theta_B + \cos \gamma \cdot \sin \theta_B = 0; \quad (4.19)$$

Розв'язуючи перше рівняння відносно θ_B одержимо:

$$tg \theta_B = -tg \gamma. \quad (4.20)$$

Отже

$$\theta_B = -\gamma = -10^\circ. \quad (4.21)$$

Знак «-» передбачає поворот фрези за напрямком годинникової стрілки.

4.2.2 Визначення кутів установки при заточці головної задньої поверхні зуба фрези.

Початкове положення фрези збережемо попереднім. Будемо вважати, що при заточці будуть використані осі обертання B і B . З віссю головки B пов'яжемо систему координат $X_B Y_B Z_B$.

Оберт універсально-заточувальної головки навколо осі B на довільний кут θ_B викликає оберт системи $X_B Y_B Z_B$ відносно системи $X_B Y_B Z_B$ навколо осі Y_B . При прийнятих позначеннях, запишемо формули переходу від системи $X_B Y_B Z_B$ до системи $X_B Y_B Z_B$:

$$\begin{aligned} X_B &= X_B \cdot \cos \theta_B - Z_B \cdot \sin \theta_B; \\ Y_B &= Y_B; \\ Z_B &= Z_B \cdot \cos \theta_B + X_B \cdot \sin \theta_B. \end{aligned} \quad (4.22)$$

Оберт універсально-заточувальної головки навколо осі B на довільний кут θ_B викликає оберт системи XYZ відносно системи $X_B Y_B Z_B$ навколо осі Z_B . Формули переходу від системи XYZ до системи $X_B Y_B Z_B$ залишаться такими ж як для визначення кутів установки при заточці передньої поверхні зуба фрези. Після обертання навколо двох осей (поспідовно навколо осі B та осі B) формули переходу набудуть наступного вигляду:

$$\begin{aligned} X_B &= (X \cdot \cos \theta_B - Y \cdot \sin \theta_B) \cdot \cos \theta_B - Z \cdot \sin \theta_B; \\ Y_B &= Y \cdot \cos \theta_B + X \cdot \sin \theta_B; \\ Z_B &= Z \cdot \cos \theta_B + (X \cdot \cos \theta_B - Y \cdot \sin \theta_B) \cdot \sin \theta_B. \end{aligned} \quad (4.23)$$

У системі координат XYZ , пов'язаної з заточувальним зубом фрези, проводимо вектор \vec{Z} (рис. 3.5), який іде вздовж головної задньої поверхні зуба фрези.

Вектор \vec{Z} може бути записаний таким чином (довжина вектора дорівнює одиниці):

$$\bar{3} = \bar{i} \cos \alpha - \bar{j} \sin \alpha. \quad (4.24)$$

Вектор нормалі \bar{N}_3 до головної задньої поверхні зуба фрези визначається як векторний добуток векторів \bar{P} і $\bar{3}$, розміщених в цій площині:

$$\bar{N}_3 = [\bar{P} \times \bar{3}] \quad (4.25)$$

У координатній формі цей добуток записується таким чином:

$$\bar{N}_3 = \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ -tg\lambda \cdot \sin \alpha & -tg\lambda \cdot \cos \alpha & 1 \\ \cos \alpha & -\sin \alpha & 0 \end{vmatrix}. \quad (4.26)$$

Розкриваючи визначник, одержимо:

$$\begin{aligned} \bar{N}_3 &= \bar{i}(\sin \alpha) + \bar{j}(\cos \alpha) + \bar{k}(-tg\lambda \cdot \sin^2 \alpha + tg\lambda \cdot \cos^2 \alpha) = \\ &= \bar{i}(\sin \alpha) + \bar{j}(\cos \alpha) + \bar{k}(tg\lambda). \end{aligned} \quad (4.27)$$

Таким чином координати вектора \bar{N}_3 в системі XYZ будуть:

$$\begin{aligned} X &= \sin \alpha; \\ Y &= \cos \alpha; \\ Z &= tg\lambda. \end{aligned} \quad (4.20)$$

Координати вектора \bar{N}_3 в системі $X_B Y_B Z_B$ визначаються за допомогою формул перетворення координат і дорівнюють:

$$\begin{aligned} X_B &= (\sin \alpha \cdot \cos \theta_B - \cos \alpha \cdot \sin \theta_B) \cdot \cos \theta_B - tg\lambda \cdot \sin \theta_B; \\ Y_B &= \cos \alpha \cdot \cos \theta_B + \sin \alpha \sin \theta_B; \\ Z_B &= tg\lambda \cdot \cos \theta_B + (\sin \alpha \cdot \cos \theta_B - \cos \alpha \cdot \sin \theta_B) \cdot \sin \theta_B. \end{aligned} \quad (4.28)$$

При заточці нормаль \bar{N}_3 до головної задньої поверхні зуба фрези повинна бути перпендикулярна робочій площині шліфувального круга, яка їде паралельно площині $Z_B Y_B$. Отже в розглянутому випадку нормаль \bar{N}_3 повинна бути паралельною до осі X_B і її проекції на вісі Y_B і Z_B повинні дорівнювати нулю, тобто:

$$\begin{aligned} \cos \alpha \cdot \cos \theta_B + \sin \alpha \sin \theta_B &= 0; \\ tg\lambda \cdot \cos \theta_B + (\sin \alpha \cdot \cos \theta_B - \cos \alpha \cdot \sin \theta_B) \cdot \sin \theta_B &= 0. \end{aligned} \quad (4.29)$$

Розв'язуючи перше рівняння відносно θ_B одержимо:

$$\operatorname{tg} \theta_B = -\operatorname{ctg} \beta = \operatorname{tg}(90^\circ + \alpha). \quad (4.30)$$

Отже

$$\theta_B = 90^\circ + \alpha. \quad (4.31)$$

Визначимо кут θ_B з другого рівняння:

$$\operatorname{tg} \theta_B = \frac{\operatorname{tg} \lambda}{\sin \alpha \cdot \cos \theta_B - \cos \alpha \cdot \sin \theta_B}. \quad (4.32)$$

Підставляючи замість θ_B його значення $\theta_B = 90^\circ + \alpha$, після перетворень будемо мати:

$$\operatorname{tg} \theta_B = \operatorname{tg} \lambda. \quad (4.33)$$

Отже:

$$\theta_B = \pm \lambda = \pm 15^\circ.$$

Оскільки зуб фрези є перемінно-скошеним вводиться знак \pm , який дозволяє загострити зубці з різним знаком нахилу різальної кромки (можливість повороту головки в обох напрямках).

4.2.3 Визначення кутів установки при заточці допоміжної задньої поверхні зуба фрези.

Початкове положення фрези збережемо попереднім (як при загостренні передньої та задньої поверхонь). Обертання фрези навколо осей не зміниться, а отже і формули переходу теж не змінять свій вигляд (як при загостренні головної задньої поверхні використовуємо осі повороту B та B).

У системі координат $X_2Y_2Z_2$, пов'язаної з передньою поверхнею зуба, проводимо вектор \bar{Z}_1 (рис. ...), який іде вздовж допоміжної задньої поверхні. Вектор \bar{Z}_1 може бути записаний таким чином (довжина вектора дорівнює одиниці):

$$\bar{Z}_1 = \bar{i} \cos \alpha_1 - \bar{k} \sin \alpha_1. \quad (4.34)$$

Після переходу від системи $X_2Y_2Z_2$ до системи XYZ вектор \bar{Z}_1 набуде наступний вигляд:

$$\bar{Z}_1 = \bar{i} \cos \alpha_1 \cos \gamma + \bar{j} \cos \alpha_1 \sin \gamma - \bar{k} \sin \alpha_1. \quad (4.35)$$

Вздовж допоміжної різальної кромки проводимо вектор \bar{P}_1 (рис. 3.5). Довжину його проекції на вісь Z_1 приймаємо рівній одиниці. Тоді можна записати:

$$\bar{P}_1 = -\bar{j} \cos \varphi_1 - \bar{k} \sin \varphi_1. \quad (4.36)$$

Після переходу від системи $X_2Y_2Z_2$ до системи XYZ вектор \bar{P}_1 набуде наступний вигляд:

$$\bar{P}_1 = \bar{i} \cos \varphi_1 \sin \gamma - \bar{j} \cos \varphi_1 \cos \gamma - \bar{k} \sin \varphi_1. \quad (4.37)$$

Вектор нормалі \bar{N}_{31} до допоміжної задньої поверхні зуба фрези визначається як векторний добуток векторів \bar{P}_1 і \bar{Z}_1 , розміщених в цій площині:

$$\bar{N}_{31} = [\bar{P}_1 \times \bar{Z}_1] \quad (4.31)$$

У координатній формі цей добуток записується таким чином:

$$\bar{N}_{31} = \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ \cos \varphi_1 \sin \gamma & -\cos \varphi_1 \cos \gamma & -\sin \varphi_1 \\ \cos \alpha_1 \cos \gamma & \cos \alpha_1 \sin \gamma & -\sin \alpha_1 \end{vmatrix}. \quad (4.38)$$

Розкриваючи визначник, одержимо:

$$\begin{aligned} \bar{N}_{31} = & \bar{i} (\cos \varphi_1 \cos \gamma \sin \alpha_1 + \sin \varphi_1 \sin \gamma \cos \alpha_1) - \\ & - \bar{j} (-\cos \varphi_1 \sin \gamma \sin \alpha_1 + \sin \varphi_1 \cos \gamma \cos \alpha_1) + \bar{k} (\cos \varphi_1 \cos \alpha_1) \end{aligned} \quad (4.39)$$

Таким чином координати вектора \bar{N}_{31} в системі XYZ будуть:

$$\begin{aligned} X &= \cos \varphi_1 \cos \gamma \sin \alpha_1 + \sin \varphi_1 \sin \gamma \cos \alpha_1; \\ Y &= -\cos \varphi_1 \sin \gamma \sin \alpha_1 + \sin \varphi_1 \cos \gamma \cos \alpha_1; \\ Z &= \cos \varphi_1 \cos \alpha_1. \end{aligned} \quad (4.40)$$

Координати вектора \bar{N}_{31} в системі $X_BY_BZ_B$ визначаються за допомогою формул перетворення координат і дорівнюють:

$$\begin{aligned}
 X_B &= \left((\cos \varphi_1 \cos \gamma \sin \alpha_1 + \sin \varphi_1 \sin \gamma \cos \alpha_1) \cdot \cos \theta_B - \right. \\
 &\quad \left. - (-\cos \varphi_1 \sin \gamma \sin \alpha_1 + \sin \varphi_1 \cos \gamma \cos \alpha_1) \cdot \sin \theta_B \right) \cdot \cos \theta_B - \\
 &\quad - \cos \varphi_1 \cos \alpha_1 \sin \theta_B; \\
 Y_B &= (-\cos \varphi_1 \sin \gamma \sin \alpha_1 + \sin \varphi_1 \cos \gamma \cos \alpha_1) \cdot \cos \theta_B + \\
 &\quad + (\cos \varphi_1 \cos \gamma \sin \alpha_1 + \sin \varphi_1 \sin \gamma \cos \alpha_1) \cdot \sin \theta_B; \\
 Z_B &= \cos \varphi_1 \cos \alpha_1 \cos \theta_B + \\
 &\quad + \left((\cos \varphi_1 \cos \gamma \sin \alpha_1 + \sin \varphi_1 \sin \gamma \cos \alpha_1) \cdot \cos \theta_B - \right. \\
 &\quad \left. - (-\cos \varphi_1 \cos \gamma \sin \alpha_1 + \sin \varphi_1 \sin \gamma \cos \alpha_1) \cdot \sin \theta_B \right) \cdot \sin \theta_B.
 \end{aligned} \tag{4.41}$$

При заточці нормаль \bar{N}_{31} до головної задньої поверхні зуба фрези повинна бути перпендикулярна робочій площині шліфувального круга, яка їде паралельно площині Z_3Y_3 . Отже в розглянутому випадку нормаль \bar{N}_{31} повинна бути паралельною до осі X_3 і її проекції на вісі Y_3 і Z_3 повинні дорівнювати нулю, тобто:

$$\begin{aligned}
 &(-\cos \varphi_1 \sin \gamma \sin \alpha_1 + \sin \varphi_1 \cos \gamma \cos \alpha_1) \cdot \cos \theta_B + \\
 &+ (\cos \varphi_1 \cos \gamma \sin \alpha_1 + \sin \varphi_1 \sin \gamma \cos \alpha_1) \cdot \sin \theta_B = 0; \\
 &\cos \varphi_1 \cos \alpha_1 \cos \theta_B + \\
 &+ \left((\cos \varphi_1 \cos \gamma \sin \alpha_1 + \sin \varphi_1 \sin \gamma \cos \alpha_1) \cdot \cos \theta_B - \right. \\
 &\quad \left. - (-\cos \varphi_1 \cos \gamma \sin \alpha_1 + \sin \varphi_1 \sin \gamma \cos \alpha_1) \cdot \sin \theta_B \right) \cdot \sin \theta_B = 0.
 \end{aligned} \tag{4.42}$$

Розв'язуючи перше рівняння відносно θ_B одержимо:

$$\operatorname{tg} \theta_B = \frac{-\cos \varphi_1 \sin \gamma \sin \alpha_1 + \sin \varphi_1 \cos \gamma \cos \alpha_1}{\cos \varphi_1 \cos \gamma \sin \alpha_1 + \sin \varphi_1 \sin \gamma \cos \alpha_1}. \tag{4.43}$$

Отже:

$$\theta_B = 21^\circ.$$

Визначимо кут θ_B з другого рівняння:

$$\operatorname{tg} \theta_B = \pm \frac{\cos \varphi_1 \cos \alpha_1}{\left(\cos \varphi_1 \cos \gamma \sin \alpha_1 + \sin \varphi_1 \sin \gamma \cos \alpha_1 \right) \cdot \cos \theta_B - \left(-\cos \varphi_1 \sin \gamma \sin \alpha_1 + \sin \varphi_1 \cos \gamma \cos \alpha_1 \right) \cdot \sin \theta_B}. \quad (4.44)$$

Отже:

$$\theta_B = \pm 87^\circ$$

Оскільки допоміжних різальних кромки у фрези, умовно, дві (розташовані на обох торцях фрези), то вводиться знак \pm , який дозволяє загострити зубці з обох торців (можливість повороту головки в обох напрямках). Знак «+» використовується для загострення допоміжних різальних кромки, розташованих умовно «зверху», а знак «-» - для розташованих умовно «знизу», відповідно до початкового положення фрези.

5 ПОРІВНЯЛЬНІ ВИПРОБУВАННЯ

Виконаємо порівняльне випробування відрізання профілів фрезою, що використовувалась на виробництві та фрезою, що буде вище спроектована.

Верстат

Обладнанням, на якому виконується дослід - автоматичний відрізний верстат з нижньою подачею диску Yilmaz ACK 420 S (рис. 6.1).



Рисунок 5.1 Автоматичний відрізний верстат з нижньою подачею диску Yilmaz ACK 420 S.

Інструменти

Ескізи фрез, що приймають участь у досліді зображені на рис. 5.1 та рис. 5.2.

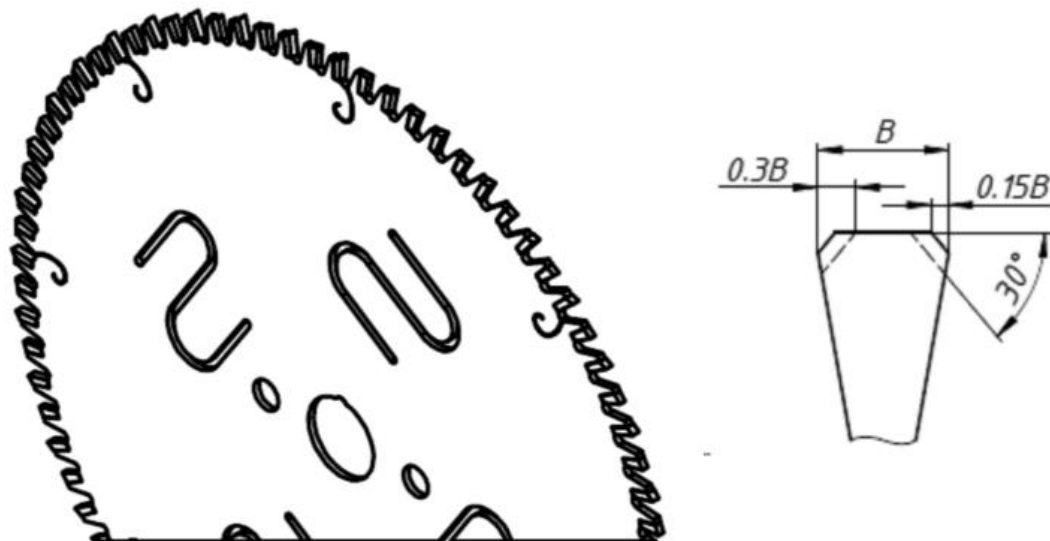


Рисунок 5.2 – Фреза 1, що використовується на виробництві

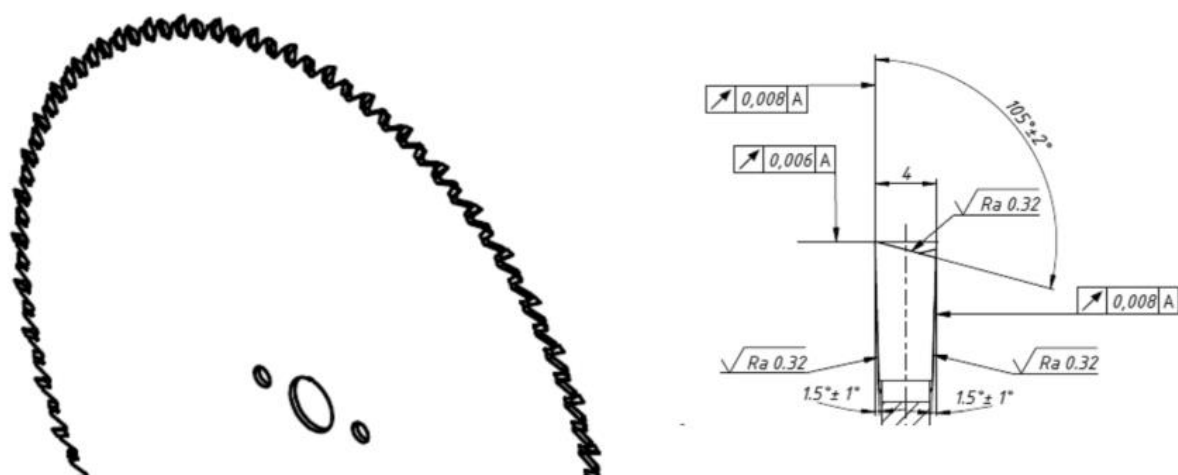


Рисунок 5.3 – Фреза 2, що була вище спроектована

Параметри досліджуваних інструментів зображені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 - Параметри досліджуваних інструментів

№	Назва інструмента	D, мм	B, мм	D, мм	z	α , град	γ , град	ϕ , град	λ , град	Профіль зубця
1	Фреза дискова відрізна 1	420	4	30	96	15	5	-	-	HV
2	Фреза дискова відрізна 2	420	4	30	96	15	10	105	-15	Різнона правлені зубці

В якості змащувально-охолоджуючого технологічного середовища (ЗОТС) використовувалася – макроемульсія для обробки алюмінієвих сплавів LACTUCA MSF 5200 (5% розчин) за ISO 6743/7 компанії "Total Lubrifiants SA" (Франція).

Режими різання

Режими різання при обробленні вказані в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 - Режими оброблення при відрізанні

№№ дослідів		Режими оброблення		Наявність ЗОТС
		V, м/хв	S, мм/зуб	
Зразок 1 (фреза 1)	1	3960	0,002	-
	2	6330	0,002	+
	3	6330	0,002	+
Зразок 2 (фреза 2)	4	3960	0,002	-
	5	6330	0,002	+
	6	6330	0,002	+

Результати порівняння процесу відрізання фрезами різних конструкцій на різних режимах оброблення наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 - Результати дослідів при відрізанні

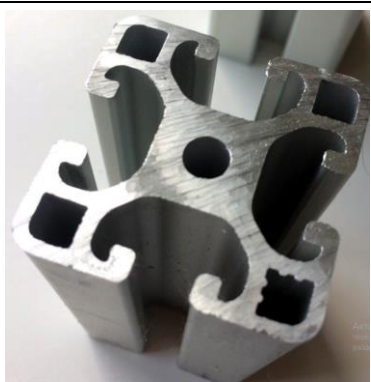


№№ дослідів		Висновки по дослідях
Фреза 1	1	Візуальна якість обробленої поверхні неналежного рівня (чітко проявлялись різи у вигляді прямокутних або квадратних узорів). Процес різання супроводжувався підвищеним шумом. Дуже висока температура оброблювальної деталі.
	2	Візуальна якість різа набагато краща. Позбулись візерунків на оброблювальній поверхні, залишились незначні повздовжні риси. Зменшився шумовий супровід в процесі різання. Знизилась температура оброблювальної деталі.
	3	Візуальна якість різа погіршилась, з'явилися затирання оброблювальної поверхні. Шумовий супровід не збільшився. Підвищилась температура оброблювальної деталі.

Продовження таблиці 5.3

№№ дослідів		Висновки по дослідях
Фреза 2	4	Візуальна якість обробленої поверхні більш менш належного рівня (незначні візерунки). Процес різання супроводжувався підвищеним шумом. Висока температура оброблювальної деталі.
	5	Візуальна якість різа ідеальна (майже дзеркальна поверхня). Сталий шумовий супровід в процесі різання. Знизилась температура оброблювальної деталі.
	6	Візуальна якість різа відповідає вимогам технологічного процесу виробництва, на оброблювальній поверхні, залишились не значні повздовжні риски. Шумовий супровід в процесі різання залишився без змін. Температура оброблювальної деталі не змінилась

Фотографії профілів фрезою, що використовувалась на виробництві зображені в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Результати дослідів

Фреза 1	Фреза 2
	
	
	

Висновок: Конструкція фрези 2, запропонованої конструкції інструменту, дає можливість підвищити продуктивність обробки деталей на 18-20% при збереженні належної якості різання.

Вимірювання шорсткості всіх зразків.

Вимірювання шорсткості поверхонь досліджуваних зразків проводилося за допомогою портативного профілометра MarSurf PS1 з межою вимірювання до 350мкм (рис. 5.4).



Рисунок 5.4 - Вимірювання шорсткості поверхонь
за допомогою профілометра MarSurf PS1.

Дане вимірювання проводилось при температурі навколишнього повітря 20° (±4°), відносній вологості при температура навколишнього повітря 20° - до 80% та атмосферному тиску від 700 до 820 мм.рт.ст.

Результати вимірювань зведемо в табл. 5.5.

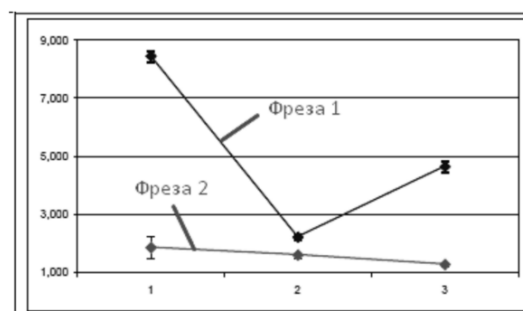
Таблиця 5.5 – Результати вимірювань

Зразок		Зразок 1					
№№ дослідів		1		2		3	
сторона		деталь	заготовка	деталь	заготовка	деталь	заготовка
Виміряні дані		8,61	4,4	2,09	2,02	4,81	1,83
		8,22	4,25	2,27	2,08	4,78	1,78
		8,42	4,05	2,25	1,97	4,44	3,42
		8,5	4,00	2,32	1,63	4,81	3,23
		8,53	4,59	2,21	1,74	4,64	3,4
		8,41	4,07	2,31	1,92	4,43	2,85
Діапазон	8,610	4,590	2,320	2,080	4,810	3,420	1,640
	8,220	4,000	2,090	1,630	4,430	1,780	1,510
	8,448	4,227	2,242	1,893	4,652	2,752	1,580

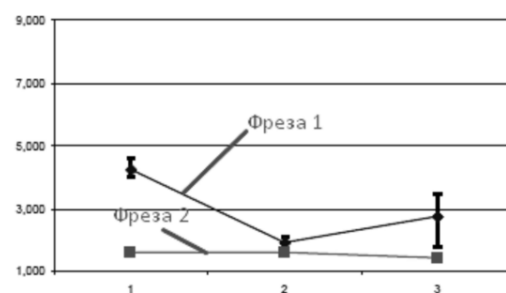
Продовження таблиці 5.5

Зразок		Зразок 2					
№№ дослідів		4		5		6	
сторона		деталь	заготовка	деталь	заготовка	деталь	заготовка
Виміряні дані		1,51	1,55	1,55	1,52	1,21	1,31
		1,74	1,63	1,58	1,63	1,24	1,42
		1,81	1,51	1,64	1,64	1,33	1,49
		2,24	1,52	1,62	1,67	1,3	1,38
		2,06	1,63	1,69	1,64	1,32	1,52
		1,84	1,64	1,52	1,55	1,36	1,42
Діапазон	2,240	1,640	1,690	1,670	1,360	1,520	1,520
	1,510	1,510	1,520	1,520	1,210	1,310	1,310
	1,867	1,580	1,600	1,608	1,293	1,423	1,423

Графіки дослідів при вимірюванні зображемо на рис. 5.5, рис. 5.6 та рис. 5.7.



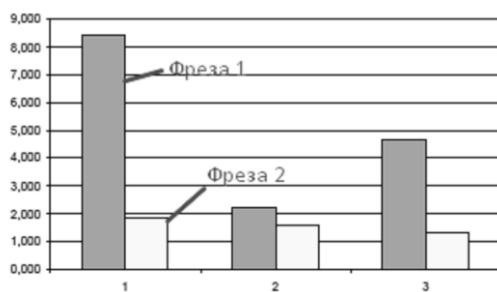
а)



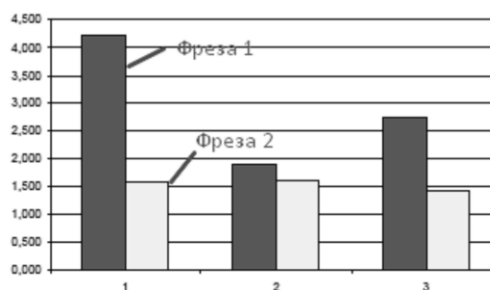
б)

Рисунок 5.5 – Шорсткість оброблених поверхонь, Ra:

А) на деталі; б) на заготовці



а)



б)

Рисунок 5.6 – Середні значення шорсткості поверхні

а – на деталі; б – на заготовці

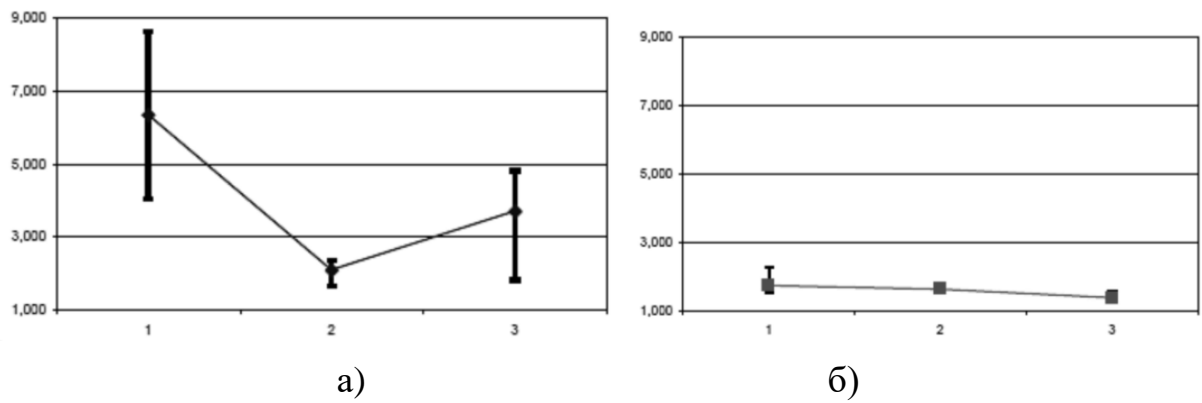


Рисунок 5.7 – Шорсткість оброблених поверхонь Ra (з розкидом):

а – фреза 1; б – фреза 2

Нормоване значення шорсткості оброблених поверхонь при відрізанні дисковими фрезами не повинно перевищувати Rz40...Rz80 [19], що становить в значеннях Ra 10 ... Ra 20.

Висновок: Аналізуючи порівняльні графіки можна зробити висновок, що спроектована дискова відрізна фреза виконує більш точніше відрізання алюмінієвих профілів. Поперечний зріз таких профілів має кращу шорсткість та точність

ЛИТЕРАТУРА

1. Лучший подход к отрезке заготовок из алюминия [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://www.met-instrument.ru/stati/63-lychiy-podhod-k-otrezke-zagotovok-iz-alyuminiya/>.
2. Дисковые пилы с неравномерным шагом [Текст] : монография / П. Р. Родин, Н. С. Равская, А. Е. Бабенко, О. А. Боронко. — К. : НТУУ “КПИ”, 2008. — 216 с.
3. Сталь марки 40Х [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: http://metallcheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/40X.
4. Сталь 40Х [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://stankiexpert.ru/spravochnik/materialovedenie/stal-40h.html>.
5. ГОСТ 9769-79 - - Пилы дисковые с твердосплавными пластинами для обработки древесных материалов. – Москва: Изд-во стандартов, 1979. -15 с.
6. Мелкозернистые твердые сплавы [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://arxipedia.ru/materialy-i-svoystva/instrumentalnye-materialy/melkozernistye-tverdye-splavy.html>.
7. Режущий инструмент для алюминия [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://aluminium-guide.ru/rezhushhiy-instrument-alyuminiya/>.
8. Углы заточки и их назначение [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://delta-grup.ru/bibliot/11/8.htm>.
9. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2/Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. 496 с., ил.
10. 3Г71 станок плоскошлифовальный с горизонтальным шпинделем универсальный [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: http://stanki-katalog.ru/sprav_3g71.htm..

11. Плоское шлифование периферией круга [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://www.alexander-td.com/sites/default/files/materials>.
12. 3A228 характеристики станка [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://mashinform.ru/shlifovalnye-stanki/32/3a228.shtml>.
13. 3A423 станок круглошлифовальный для перешлифовки шеек коленвалов [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: http://stanki-katalog.ru/sprav_3a423.htm.
14. Технологии Обработки Металлов Определение основного (технологического) времени [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://tehnologija-obrabotki-metallor.ru/opredelenie-osnovnogo-tehnologicheskogo-vremeni.html>.
15. Loroach D-59609 [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.kompany.at/a/de/2011-01-04>.
16. Равская Н. С. Особенности проектирования и изготовления дисковых отрезных пил с неравномерным шагом / Н. С. Равская, Р. Лорох // Прогресивна техніка і технологія машинобудування, приладобудування і зварювального виробництва: міжнар. наук.-техн. конф., присвячена 100-річчю механіко-машинобудівної 50-річчю зварювального факультетів: статті.– К., 1998. – Т. 1. – С. 360–364.
17. Техническое нормирование операций механической обработки деталей: Учебное пособие. Компьютерная версия. — 2-е изд., перер. /И.М. Морозов, И.И. Гузеев, С.А. Фадюшин. — Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005. — 65 с.
18. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, обслуживания рабочего места и подготовительно-заключительного на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Среднесерийное и крупносерийное производство. — М.: НИИТруда, 1984. — 382 с.

19. Лорох Р. Повышение работоспособности дисковых пил при отрезке круглых заготовок: Дис.... кандидата техн. наук: 05.03.01 / Лорох Роланд.– К., 1998. – 231 с.
20. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1/Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. 656 с., ил.

ДОДАТКИ

Затверджую:

Директор ТОВ з П "БІБУС Україна"


_____ (Позур С.В.)

"05" _____ 11 _____ 2018 р.

М. П.



Технічне завдання

на науково-дослідну роботу

«Розробка конструкції та технології виготовлення фрези дискової відрізної»

Замовник:


Менеджер



Ратніков С.П.

Виконавець:

Завідувач кафедру ІТМ



Пасічник В.А.

Асистент кафедри ІТМ



Майданюк С.В.

Студент групи МІ-51



Колупаєв Д.В.

Київ 2019

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

1.1 Повна назва розробки та її умовне позначення

«Розробка конструкції та технології виготовлення фрези дискової відрізної для відрізання алюмінієвих профілів»

1.2 Назви підприємств розробника та замовника системи та їх реквізити

Замовник:

ТОВ з П "БІБУС Україна"

юр.адр.: м. Київ, вул. Лятошинського, 4-А/289

пошт.адр.: вул. Одеська, 22, с. Крюківщина,

Києво-Святошинський р-н, Київська область

Виконавець:

Кафедра інтегрованих технологій

машинобудування

КПІ ім. Ігоря Сікорського

1.3 Порядок оформлення та пред'явлення замовникові результатів робіт

По закінченню роботи подається: креслення фрези дискової відрізної, робоче креслення корпусу фрези дискової відрізної, технологія виготовлення та поновлення працездатності інструменту.

2 МЕТА ТА ВИХІДНІ ДАНІ

2.1 Мета створення розробки

Розробити фрезу дискову відрізну для відрізання алюмінієвих профілів.

2.2. Вихідні дані

- оброблюваний матеріал – алюмінієвий сплав,
- верстат для оброблення – відрізний верстат АСК 420.

3. ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

3.1 Середовище розробки 3D моделей та креслень – Autodesk Inventor.

4. ЕТАПИ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Етап та його зміст	Термін виконання	Результат
1. Аналіз конструкцій фрез дискових відрізних для відрізання алюмінієвих профілів, розробка робочого креслення фрези.	15.04.2019р	Креслення фрези та корпусу
2. Розробка технології виготовлення фрези	10.05.2019р	Маршрутна технологія виготовлення корпусу фрези
3. Проведення порівняльних випробувань процесу відрізання	17.05.2019р	Акт випробувань

5. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ

- 5.1 Підвищення продуктивності процесу відрізання алюмінієвих профілів.
- 5.2 Підвищення якості оброблених поверхонь.

6. МАТЕРІАЛИ, ЩО НАДАЮТЬСЯ ПІСЛЯ ЗАКІНЧЕННЯ РОБОТИ

- 6.1 Креслення фрези дискової відрізної та робоче креслення корпусу фрези.
- 6.2 Технологія виготовлення фрези дискової відрізної.
- 6.3 Технологія відновлення працездатності фрези дискової відрізної.

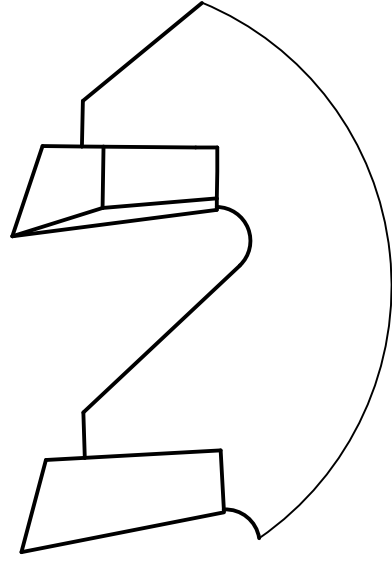
7. ПОРЯДОК РОЗГЛЯДУ ТА ПРИЙМАННЯ РОБОТИ

- 7.1 Результати роботи передаються по акту приймання робіт.

Аналіз елементів конструкції дискової відрізної фрези

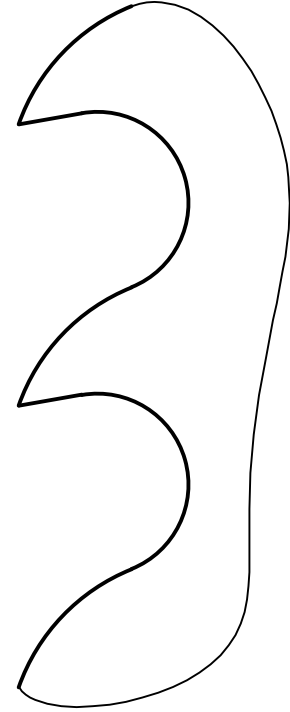
I – Різальна кромка

Фреза з напайними
твердосплавними пластинами



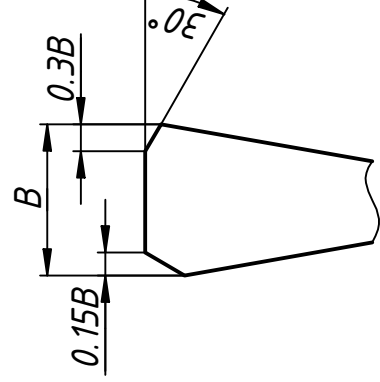
Переваги:
- економія різального матеріалу;
- відносно невіща конструкція.
Недоліки:
- відносна важкість виготовлення;
- можливість обробки різних матеріалів
залежно від твердосплавної пластини.

Фреза суцільна зі
швидкорізальної сталі

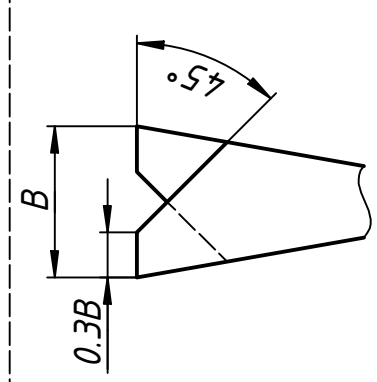


Переваги:
- простота виготовлення.
Недоліки:
- значне використання інструментального
матеріалу;
- застаріла конструкція.

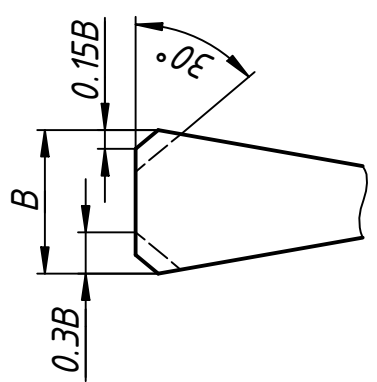
II – Форма різальної кромки



Різальна кромка, заточування якої відбувається під кутом
30° з шириною на одній стороні $B/3$, а на іншій – $0.15B$.



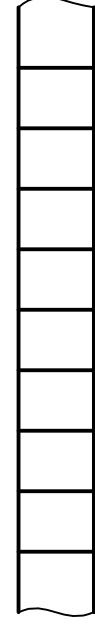
Різальна кромка, зубці яких розташовані в шахматному
порядку, заточування яких відбувається під кутом 45°.



Різальна кромка, заточування якої відбувається під кутом
45° шириною $B/3$ у парних зубців одного торця, а у непарних
з протилежного торця.

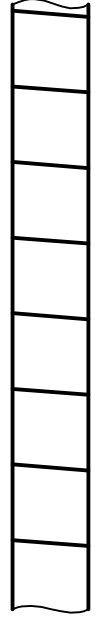
III – Напрямок зубців фрези

З прямими зубцями



Перевага – простота виготовлення.
Недолік – значні зусилля різання.

З гвинтовими зубцями



Перевага – простота виготовлення.
Недолік – значні зусилля різання.

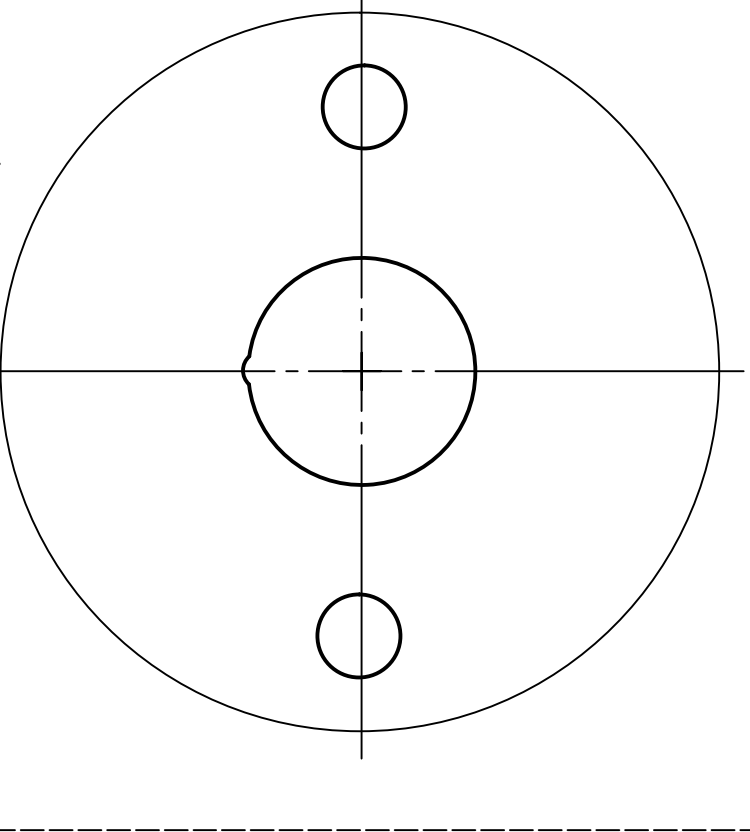
З різнонаправленими зубцями



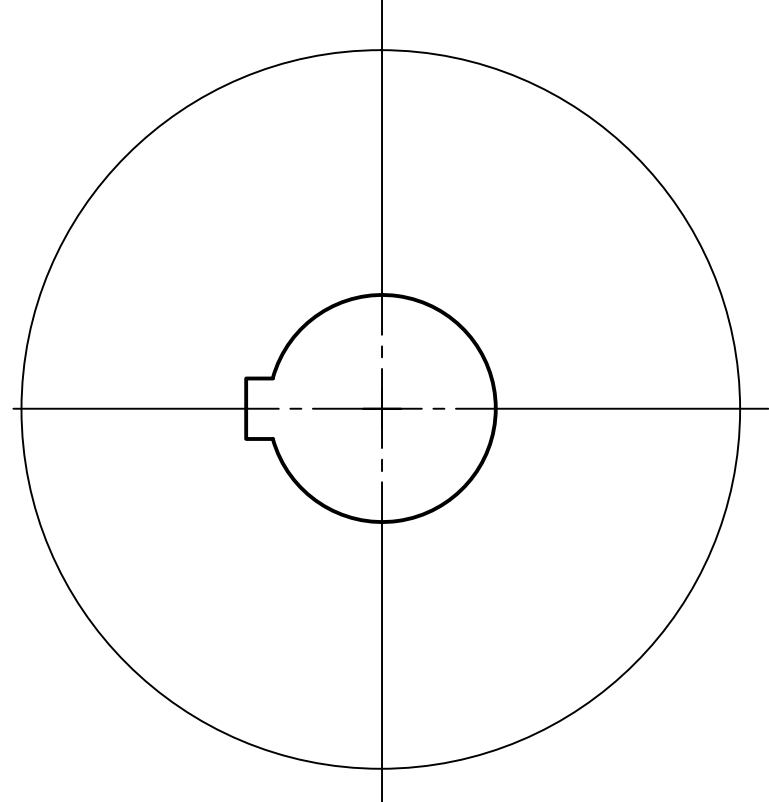
Перевага – зменшені зусилля різання.
Недолік – важкість виготовлення.

V – Центровий отвір

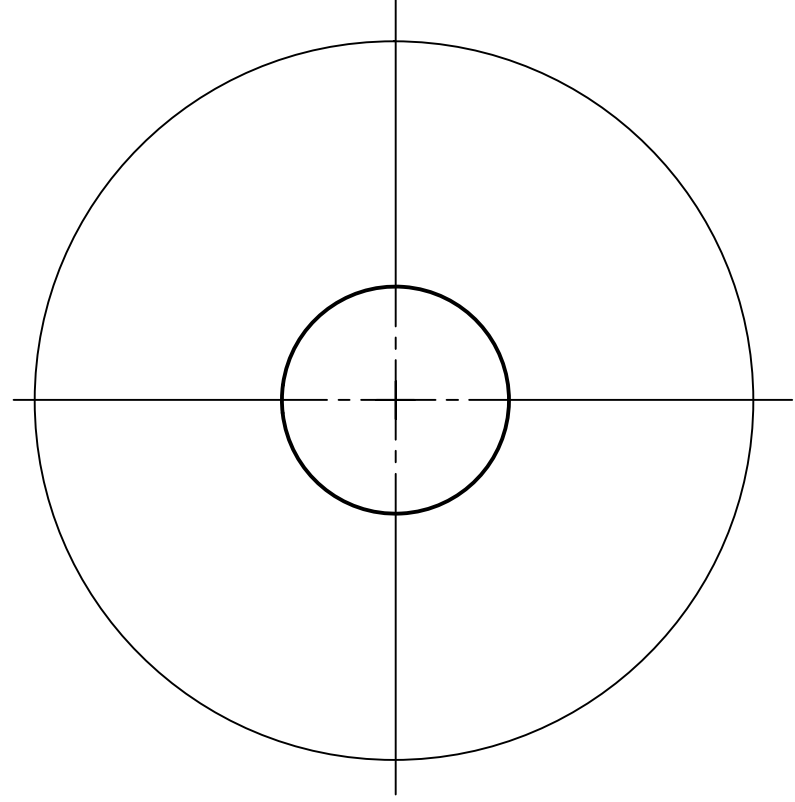
Центровий отвір з напрямним пазом
та додатковими отворами



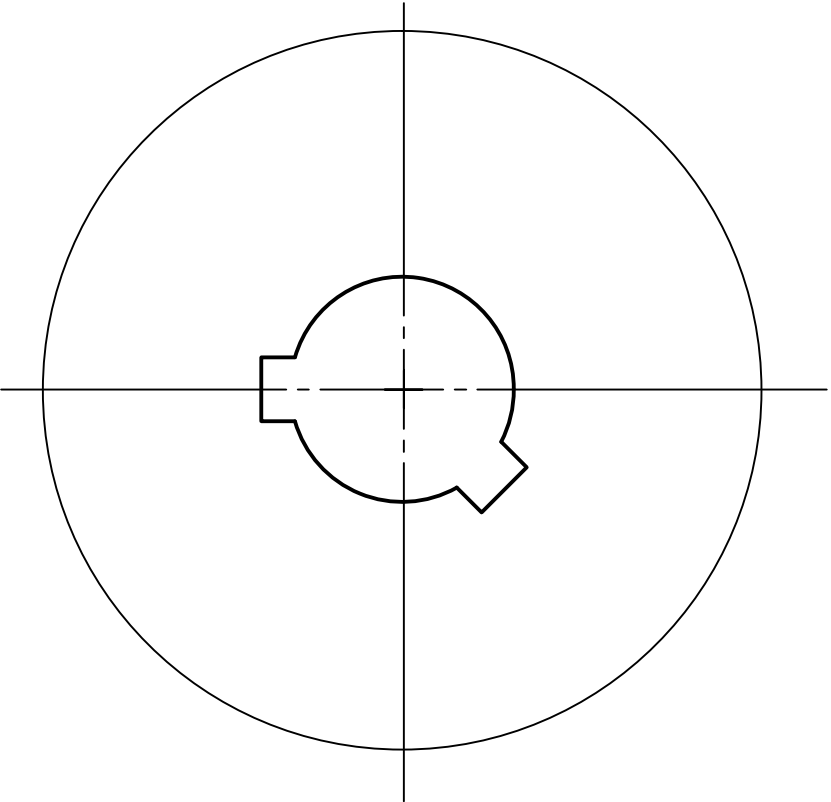
Центровий отвір з шпонковим пазом



Гладкий центровий отвір

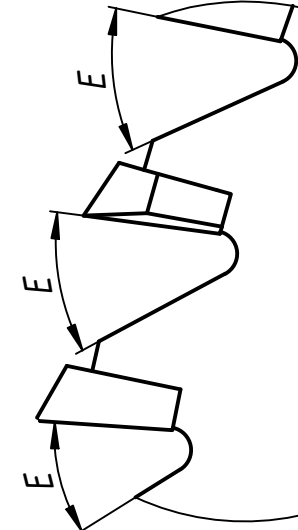


Центровий отвір з двома
шпоковими пазами



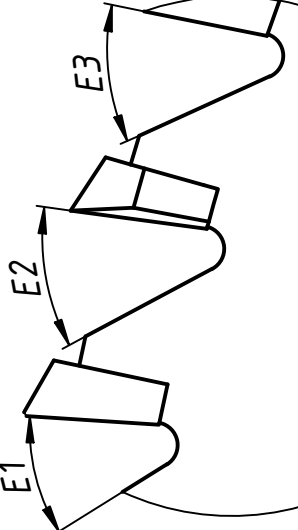
IV – Крок різальних зубців

З рівномірним кроком



Переваги:
- простота виготовлення;
- постійність в вібраційних навантаженнях.
Недолік:
- низька динамічна сталість.

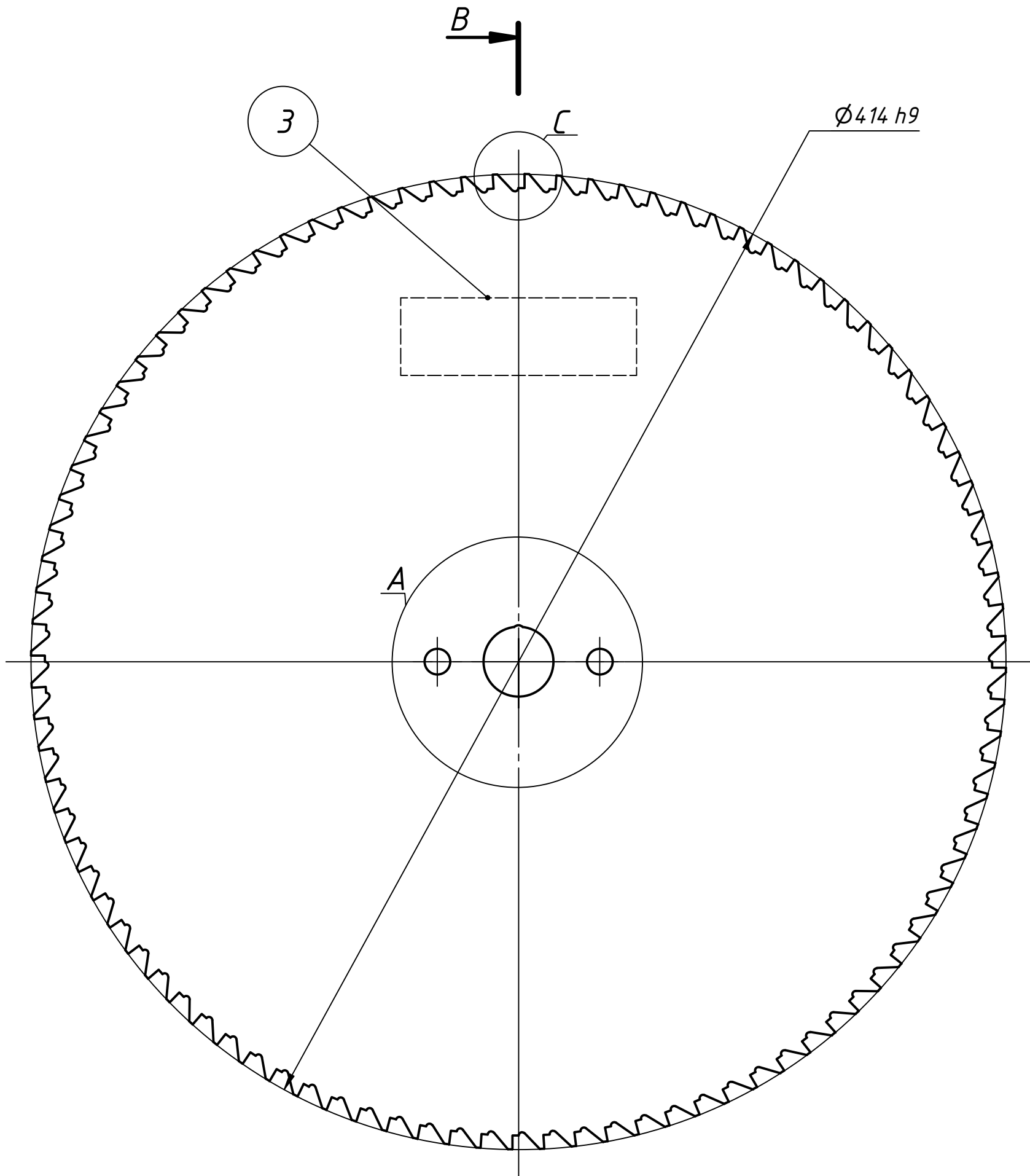
З нерівномірним кроком



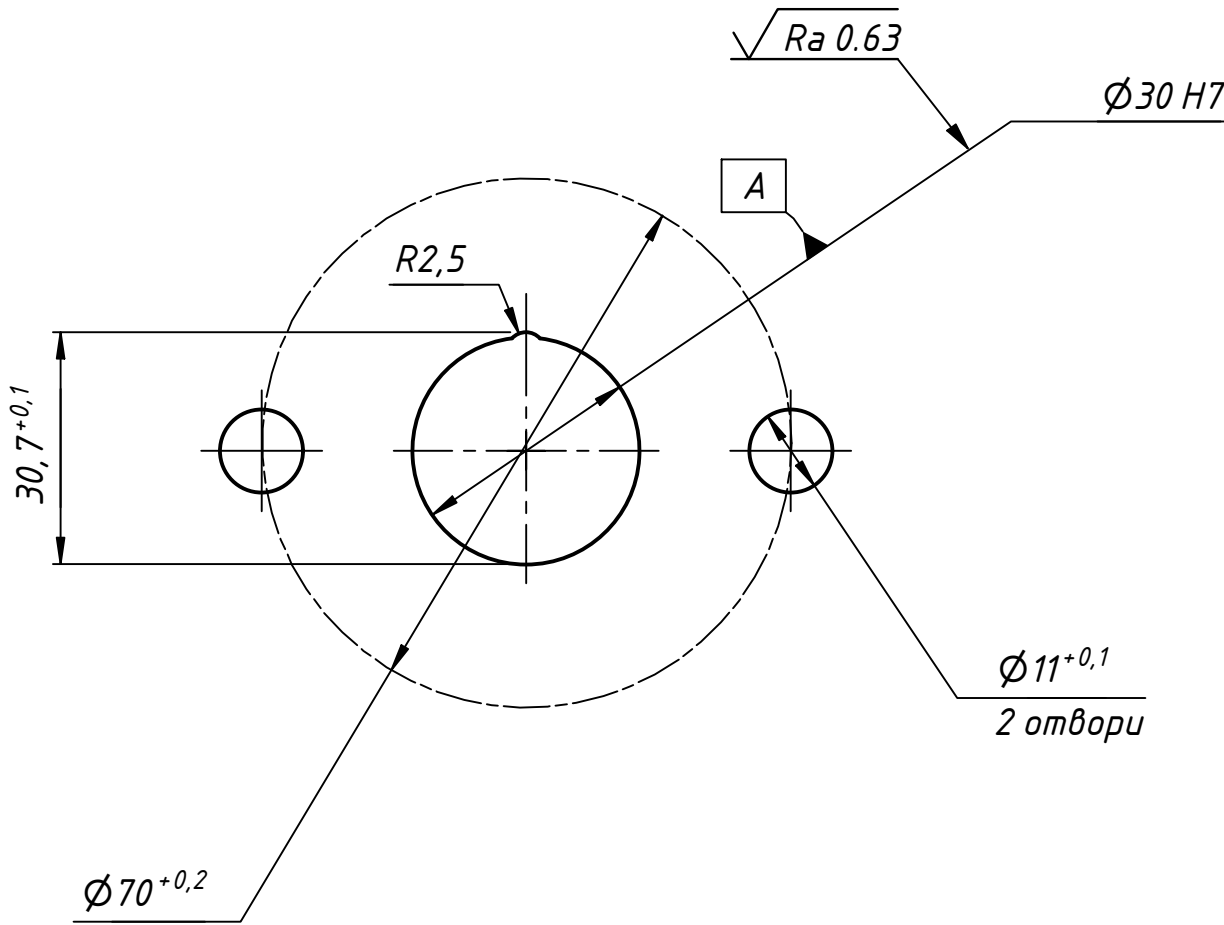
Перевага:
- підвищена динамічна сталість.
Недоліки:
- важкість виготовлення;
- вплив на стійкість інструменту, на вібрації
при різанні, точність обробки та якість поверхні.

Перв. примен.		Справ. №		Инв. № подл.		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата	
А											
								</			

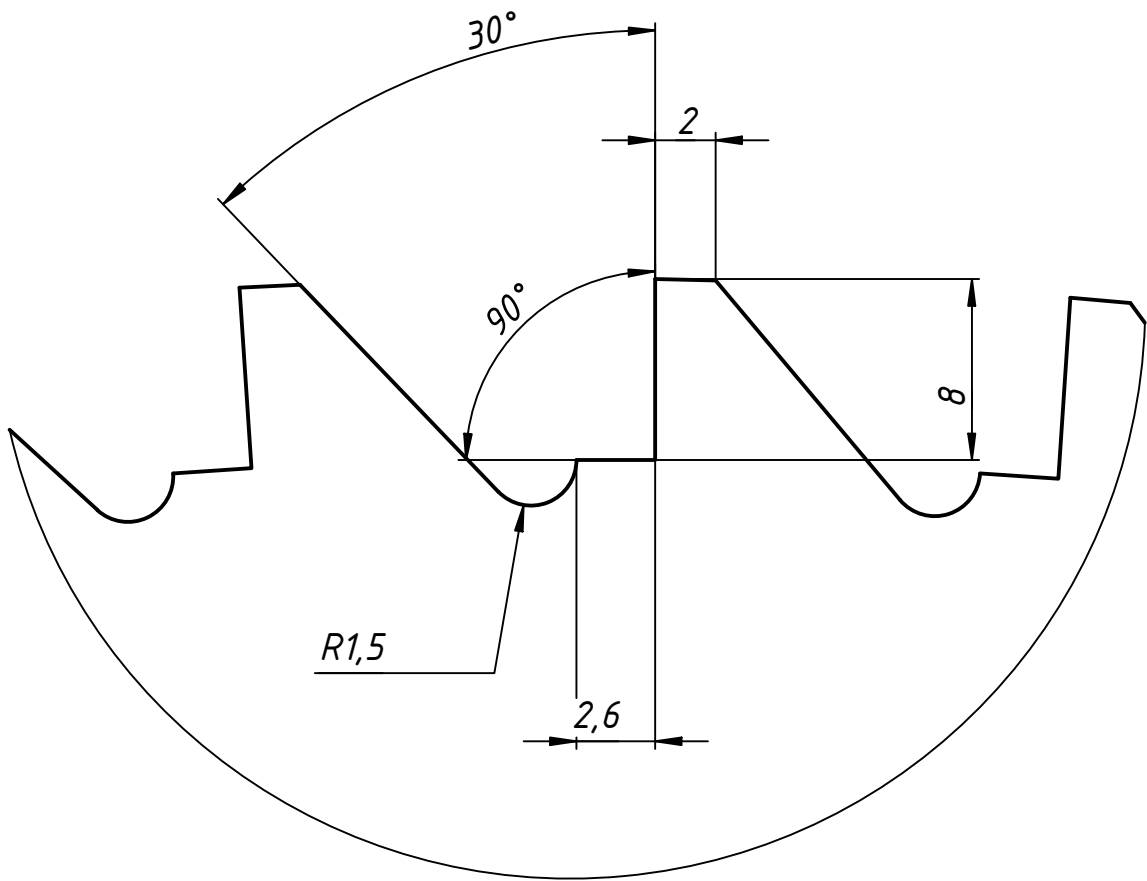
Перв. примен.		Справ. №		Инв. № подл.		Взам. инв. №		Подп. и дата		Инв. № подл.	
A		A		A		A		A		A	



A (1:1)



C (4:1)



- HRC 45...48;
- ДСТУ ISO2768mK;
- Маркувати: логотип підприємства-виробника, зовнішній діаметр, ширину відрізання, рекомендовані режими різання;
- Невказані кутові відхилення $\pm 2^\circ$;
- Невказані радіусні округлення 0,5 мм.

ДПБ МІ51.03.02.001 ТК				Лист			Маса			Масштаб		
Корпус фрези				0,9			1:2			1		
Сталь 40Х ГОСТ 1050-88				КПІ ім. І.Сікорського			ММІ МІ-51			Формат А2		

ДПБ МІ51.03.02.001 ТК

Корпус фрези

Сталь 40Х ГОСТ 1050-88

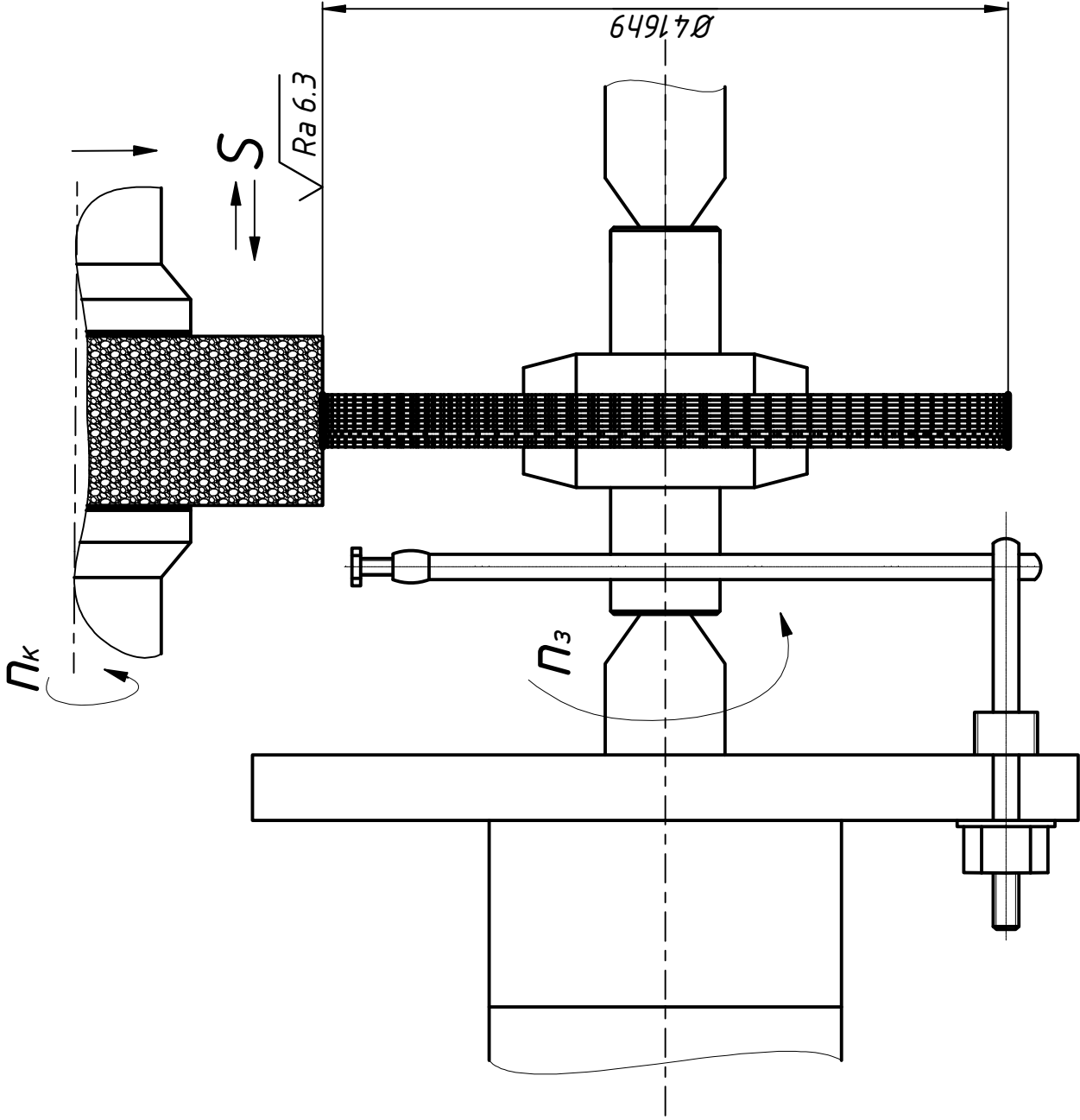
Лист	Маса	Масштаб
0,9	1:2	1
КПІ ім. І.Сікорського ММІ МІ-51		

1 Копіював

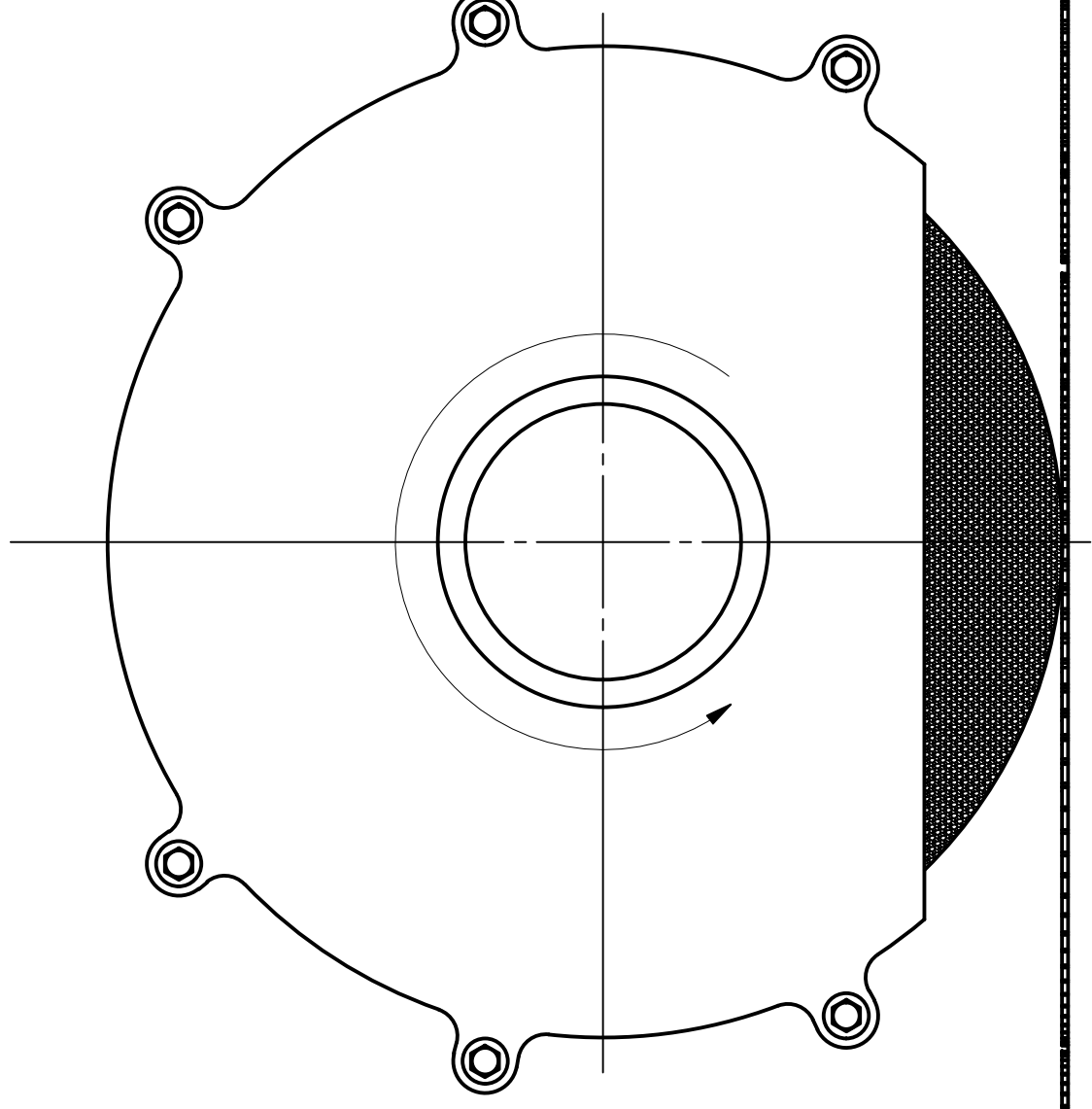
Формат А2

ДПБ МІ51.03.02.001 ТК

ДПБ МІ51.03.03.003 ТК



Глибина	Швидкість заготовки	Швидкість круга	Подача радіальна	Потужність ефективна	Основний час	ДПБ МІ51.03.03.003 ТК																								
						t, мм	Vз, м/хв	Vк, м/с	S, мм/об	Ne, кВт	То, хв	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб											
																				Разраб.	Колупаєв	Пров.	Майданюк	Т. контр.	Нач.отд.	Н. контр.	Утв.			
																												Лист	Листов	1
0,05	50	20	0,003	0,56	0,61																									



3,249

 $\sqrt{Ra\,0.63}$

A

Ποδη. ν. βαμα

Инд. № 2457.

 $\frac{dN}{dt}$

M. W.

--	--

משפט

49.

ρου

дн.

1

ДПБ М/51.03.03.001 ТК

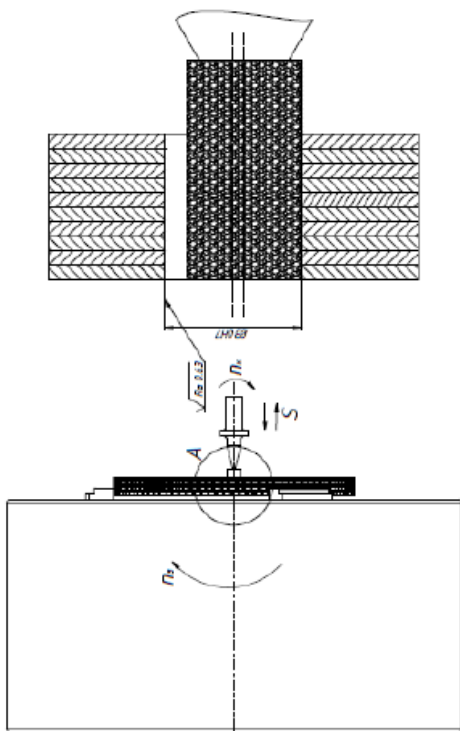
Операція 020
Плоскошліфувальна

КПІ ім. І.Сікорського
ММІ МІ-51

формат А3

[illegible]

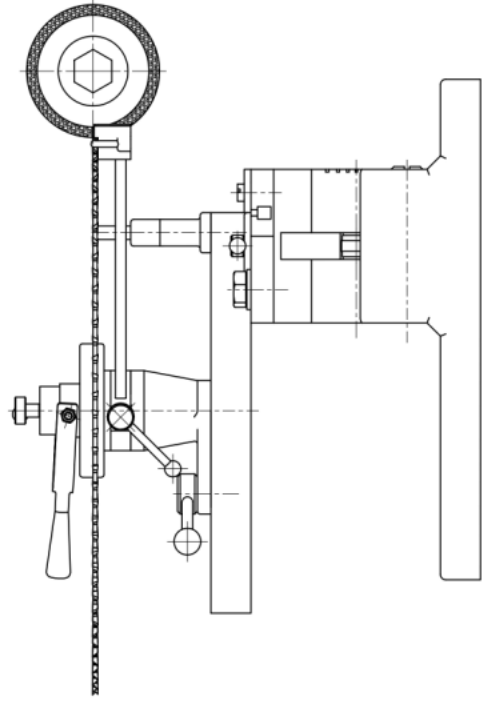
Разраб.		Колупаєв																											
Нормир.		Майданюк																											



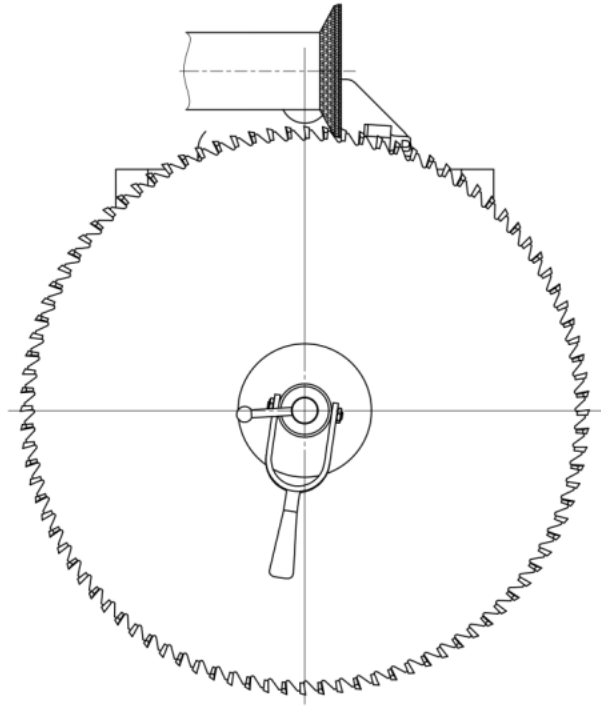
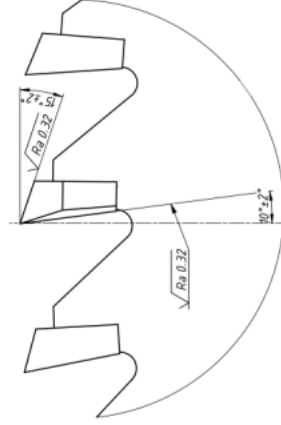
[illegible]

[illegible]

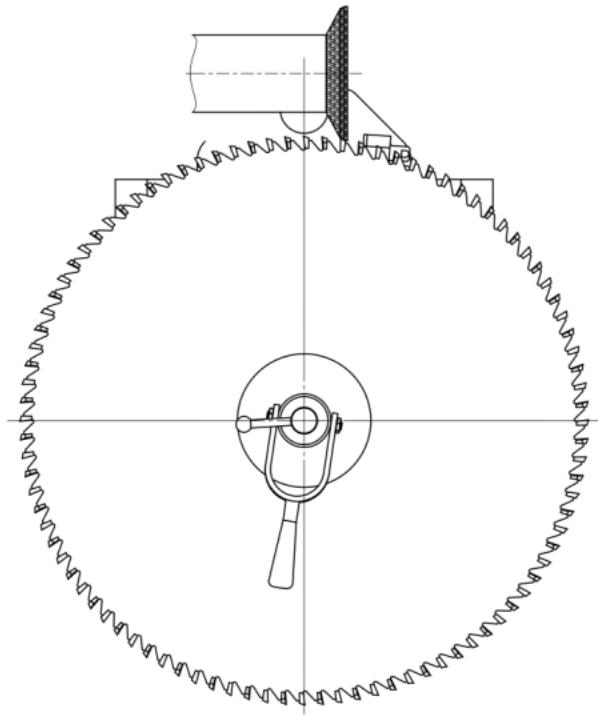
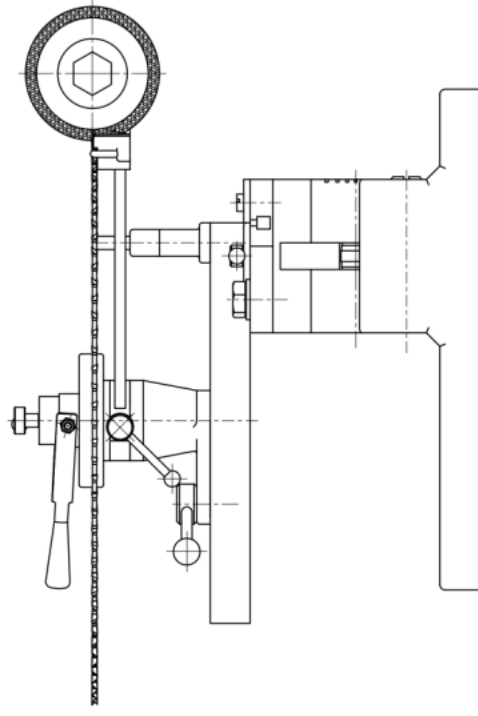
Загострення передньої поверхні



Передній та задній кути пластинки



Загострення задньої поверхні



ВИЗНАЧЕННЯ УСТАНОВОЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗАГОСТРЕННЯ ФРЕЗИ

УСТАНОВОЧНІ ПАРАМЕТРИ

ПРИ ЗАТОЧЦІ ДОПОМІЖНОЇ ЗАДНЬОЇ ПОВЕРХНІ

Нормаль \vec{N}_1 повинна бути паралельною до осі X_2 і її проекції на вісі Y_2 і Z_2 повинні дорівнювати нулю, тобто:

$$\begin{aligned} (-\cos\varphi_1 \sin\gamma \sin\alpha_1 + \sin\varphi_1 \cos\gamma \cos\alpha_1) \cdot \cos\theta_B + (\cos\varphi_1 \cos\gamma \sin\alpha_1 + \sin\varphi_1 \sin\gamma \cos\alpha_1) \cdot \sin\theta_B &= 0, \\ \cos\varphi_1 \cos\alpha_1 \cos\theta_B + \left[\begin{aligned} &(\cos\varphi_1 \cos\gamma \sin\alpha_1 + \sin\varphi_1 \sin\gamma \cos\alpha_1) \cdot \cos\theta_B - \\ &- (-\cos\varphi_1 \cos\gamma \sin\alpha_1 + \sin\varphi_1 \sin\gamma \cos\alpha_1) \cdot \sin\theta_B \end{aligned} \right] \cdot \sin\theta_B &= 0. \end{aligned}$$

Розв'язуючи перше рівняння відносно θ_B одержимо:

$$\operatorname{tg} \theta_B = \frac{-\cos\varphi_1 \sin\gamma \sin\alpha_1 + \sin\varphi_1 \cos\gamma \cos\alpha_1}{\cos\varphi_1 \cos\gamma \sin\alpha_1 + \sin\varphi_1 \sin\gamma \cos\alpha_1}.$$

Визначимо кут θ_B з другого рівняння:

$$\operatorname{tg} \theta_B = \frac{\cos\varphi_1 \cos\alpha_1}{(\cos\varphi_1 \cos\gamma \sin\alpha_1 + \sin\varphi_1 \sin\gamma \cos\alpha_1) \cdot \cos\theta_B - (-\cos\varphi_1 \sin\gamma \sin\alpha_1 + \sin\varphi_1 \cos\gamma \cos\alpha_1) \cdot \sin\theta_B}.$$

Оскільки допоміжних різальних кромок у фрези, умовно, дві (розташовані на обох торцях фрези), то вводиться знак \pm , який дозволяє загострити зубці з обох торців (можливість повороту головки в обох напрямках). Знак «+» використовується для загострення допоміжних різальних кромок, розташованих умовно «зверху», а знак «-» - для розташованих умовно «знизу», відповідно до початкового положення фрези.

ПРИ ЗАТОЧЦІ ПЕРЕДНЬОЇ ПОВЕРХНІ

Нормаль \vec{N}_1 повинна бути паралельною до осі X_2 і її проекції на вісі Y_2 і

Z_2 повинні дорівнювати нулю, тобто:

$$\sin\gamma \cdot \cos\theta_B + \cos\gamma \cdot \sin\theta_B = 0;$$

Розв'язуючи перше рівняння відносно θ_B одержимо:

$$\theta_B = -\gamma.$$

ПРИ ЗАТОЧЦІ ГОЛОВНОЇ ЗАДНЬОЇ ПОВЕРХНІ

Нормаль \vec{N}_3 повинна бути паралельною до осі X_2 і її проекції на вісі Y_2 і Z_2 повинні дорівнювати нулю, тобто:

$$\begin{aligned} \cos\alpha \cdot \cos\theta_B + \sin\alpha \sin\theta_B &= 0, \\ \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos\theta_B + (\sin\alpha \cdot \cos\theta_B - \cos\alpha \cdot \sin\theta_B) \cdot \sin\theta_B &= 0. \end{aligned}$$

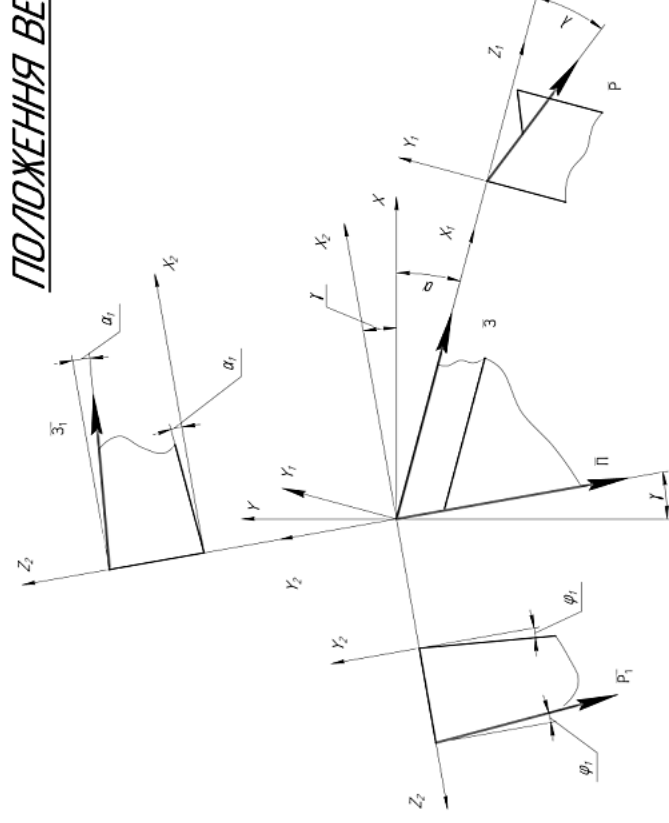
Розв'язуючи перше рівняння відносно θ_B одержимо:

$$\theta_B = 90^\circ + \alpha$$

Визначимо кут θ_B з другого рівняння:

$$\theta_B = \pm \lambda.$$

Оскільки зуб фрези є перемінно-скошеним вводиться знак \pm , який дозволяє загострити зубці з різним знаком нахилу різальної кромки (можливість повороту головки в обох напрямках).



РІВНЯННЯ ВЕКТОРІВ У СИСТЕМІ КООРДИНАТ ХУЗ, ПОВ'ЯЗАНОЇ З ЗАТОЧУВАЛЬНИМ ЗУБОМ ФРЕЗИ.

Вектор \vec{P} , який іде по передній поверхні, може бути записаний таким чином:

$$\vec{P} = i \sin \gamma - j \cos \gamma.$$

Вектор \vec{P} , який іде вздовж головної різальної кромки:

$$\vec{P} = -i \operatorname{tg} \lambda \sin \alpha - j \operatorname{tg} \lambda \cos \alpha + \vec{k}.$$

Вектор нормалі \vec{N}_1 до передньої поверхні зуба

$$\vec{N}_1 = [\vec{P} \times \vec{P}]$$

Вектор \vec{Z} , який іде вздовж головної задньої поверхні зуба фрези:

$$\vec{Z} = i \cos \alpha - j \sin \alpha.$$

Вектор нормалі \vec{N}_3 до головної задньої поверхні зуба фрези

$$\vec{N}_3 = [\vec{P} \times \vec{Z}]$$

Вектор \vec{Z}_1 , який іде вздовж допоміжної задньої поверхні набуде наступний вигляд:

$$\vec{Z}_1 = i \cos \alpha_1 \cos \gamma + j \cos \alpha_1 \sin \gamma - \vec{k} \sin \alpha_1.$$

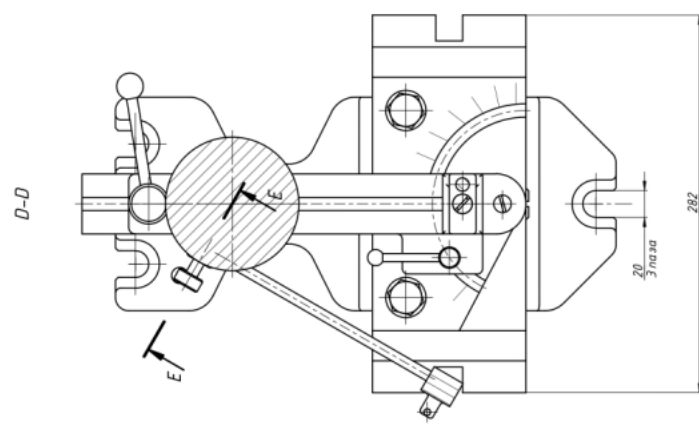
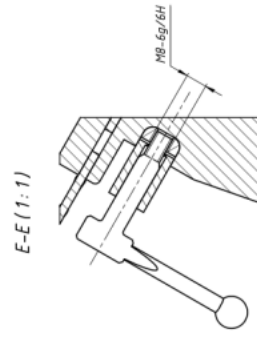
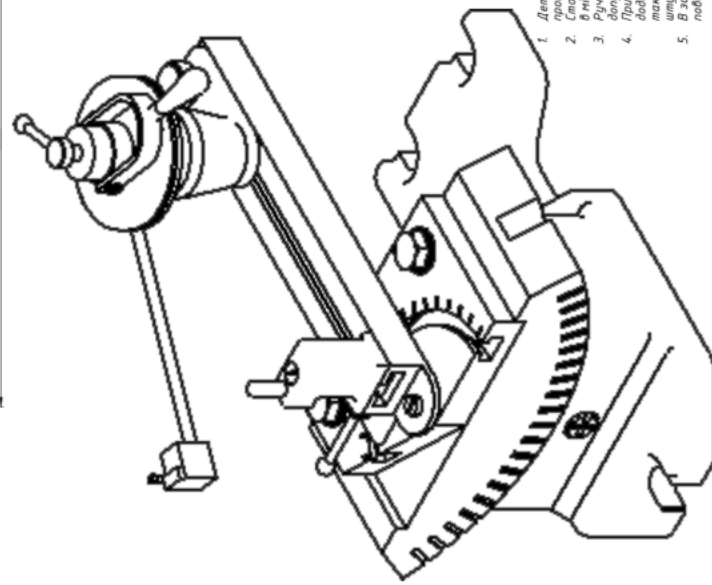
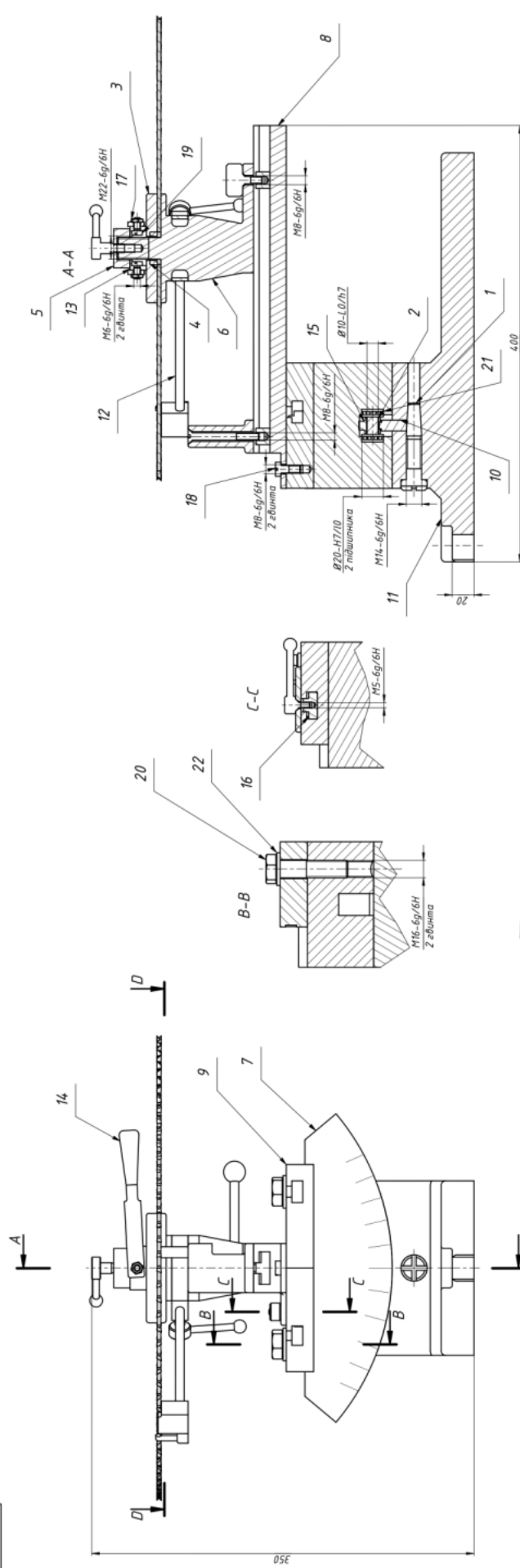
Вектор \vec{P}_1 , який іде вздовж допоміжної різальної кромки проводимо:

$$\vec{P}_1 = i \cos \varphi_1 \sin \gamma - j \cos \varphi_1 \cos \gamma - \vec{k} \sin \varphi_1.$$

Вектор нормалі \vec{N}_1 до допоміжної задньої поверхні зуба фрези

$$\vec{N}_{31} = [\vec{P}_1 \times \vec{Z}_1].$$

ПОЛОЖЕННЯ ВЕКТОРІВ



1. Детали перед складанням повинні піддаватися очищення та шпательування.
2. Спостерігаючи за процесом, слід виконувати заборони деталей в місці їх з'єднання.
3. Ручні палиці повинні надійно закріплені. Близько та працювати не можна.
4. Підключення пристроїв не допускається застосування додаткових приладів, так як періодичним робочим кристалинам, а також напруги, фарби, пилу і інших методів нарощування або шпательування записання розмірів деталей.
5. Після закінчення роботи слід роз'єднати з'єднання і скласти не повинні працювати шпательування 0,04 мм.

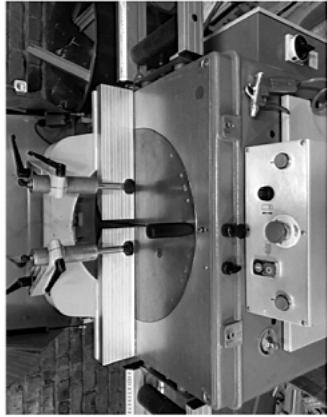
[illegible]

	Kresť N° 1011
Rozloží v dňach	10.11.2011

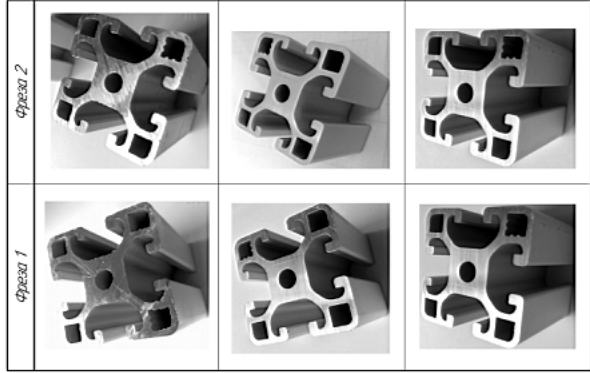
[illegible]

ПОРІВНЯЛЬНІ ВИПРОБУВАННЯ

Обладнання – автоматичний відрізний верстат з нижньою подачею диску Yilmaz ASK 420 S



Профілі, що відрізались фрезами

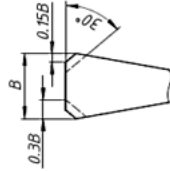
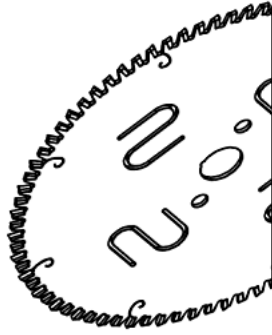


Пристосування для вимірювання шорсткості – профілометр MarSurf PS1

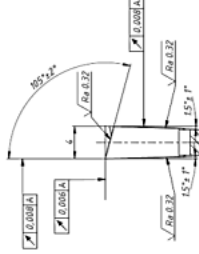
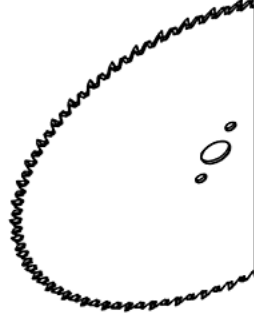


Інструмент – фреза дискова відрізна

Фреза 1, що використовувалась на виробництві



Фреза 2, що була спроектована



Параметри досліджуваних інструментів

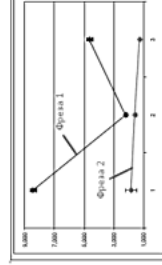
№ інструмента	Назва інструмента	D, мм	B, мм	D, мм	z	α, град	γ, град	φ, град	λ, град	Профіль зуба
1	Фреза дискова відрізна 1	420	4	30	96	15	5	-	-	ПВ
2	Фреза дискова відрізна 2	420	4	30	96	15	10	10	+15	Рівномірний зуби

Режими оброблення при відрізанні

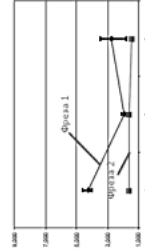
№№ дослідів	Режими оброблення			Наявність ЗОТС
	V, м/хв	S, мм/зуб		
Зразок 1 (фреза 1)	1	3960	0.002	-
	2	6330	0.002	+
	3	6330	0.002	+
Зразок 2 (фреза 2)	4	3960	0.002	-
	5	6330	0.002	+
	6	6330	0.002	+

Результати дослідів

Шорсткість оброблених поверхонь, Ra:

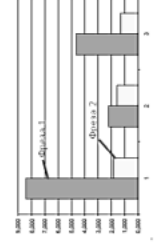


На деталі

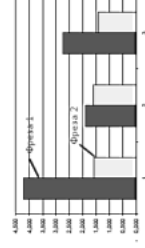


На заготовці

Середні значення шорсткості поверхонь, Ra:

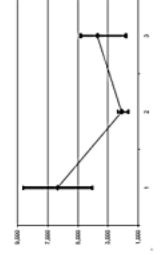


На деталі

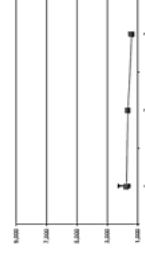


На заготовці

Шорсткість оброблених поверхонь, Ra: (з розкидом)



Фреза 1



Фреза 2

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Директор ТОВ з П "БІБУС Україна"

_____ (Позур С.В.)

" 29 " 04 20/9 р.

М. П.

**ПРОТОКОЛ
ПОРІВНЯЛЬНИХ ВИПРОБУВАНЬ
відрізання алюмінієвих профілів**

Протокол порівняльних випробувань відрізання алюмінієвих профілів дисковими відрізними фрезами, що використовуються на підприємстві та нової конструкції.

Обладнання - автоматичний відрізний верстат з нижньою подачею диску Yilmaz ASK 420 S (рис. 1).

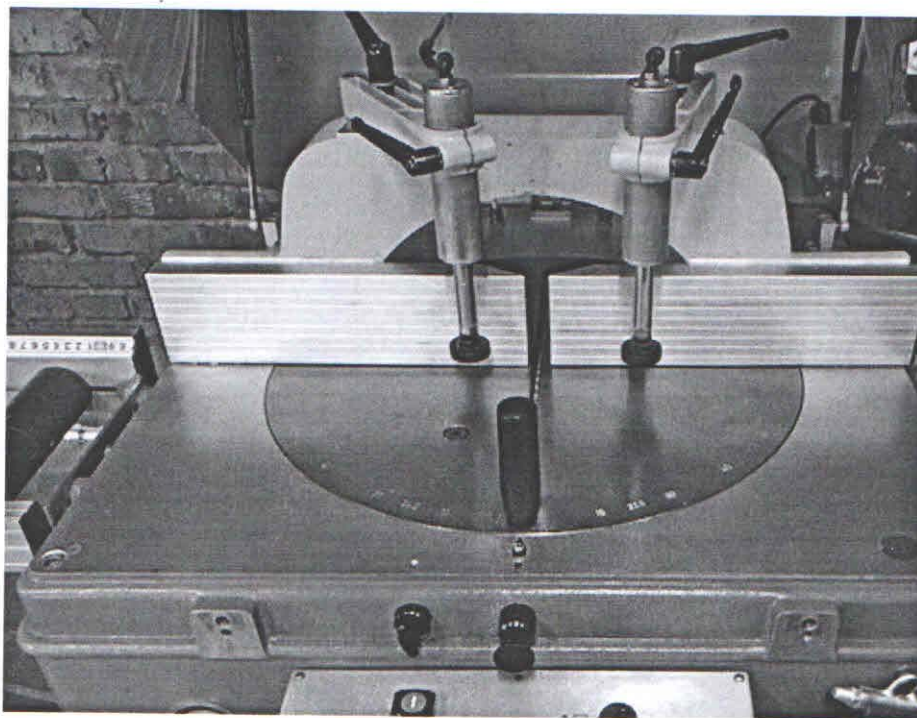


Рисунок 1. Автоматичний відрізний верстат з нижньою подачею диску
Yilmaz ASK 420 S.

Зразки матеріалів для випробувань профілі з алюмінієвого сплаву АДЗ1Т.

Інструменти що приймають участь у випробуваннях наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Параметри досліджуваних інструментів

№	Назва інструмента	D, мм	B, мм	D, мм	z	α , град	γ , град	ϕ , град	λ , град	Профіль зубця
1	Фреза дискова відрізна 1	420	4	30	96	15	5	-	-	HV
2	Фреза дискова відрізна 2	420	4	30	96	15	10	105	-15	Різнонаправлені зубці

Порядок проведення випробувань:

1. підготовка інструментів для випробувань:

- відібрано інструмент для відрізання профілів – фреза 1 (таблиця 1);
- виготовлено досліджуваний інструмент – фреза 2 (таблиця 1).

Контроль конструктивних та геометричних параметрів, при виготовленні, проводився у відповідності до ГОСТ 9769-79 п. 4.

2. зразки матеріалів було розрізано на відрізнаму верстаті обома інструментами з таблиці 2 в послідовності та режимами, наведеними в таблиці 2.

Таблиця 2

Режими оброблення при відрізанні

№№ дослідів		Режими оброблення		Наявність ЗОТС
		V, м/хв	S, мм/зуб	
Зразок 1 (фреза 1)	1	3960	0,002	-
	2	3960	0,002	+
	3	6330	0,002	+
Зразок 2 (фреза 2)	4	3960	0,002	-
	5	3960	0,002	+
	6	6330	0,002	+

В якості змащувально-охолоджуючого технологічного середовища (ЗОТС) використовувалася – макроемульсія для обробки алюмінієвих сплавів LACTUCA MSF 5200 (5% розчин) за ISO 6743/7 компанії "Total Lubrifiants SA" (Франція)

Результати порівняння процесу відрізання фрезами різних конструкцій на різних режимах оброблення наведені в таблиці 3.

Результати дослідів при відрізанні

№№ дослідів		Висновки по дослідях
Фреза 1	1	Візуальна якість обробленої поверхні неналежного рівня (чітко проявлялись різи у вигляді прямокутних або квадратних узорів). Процес різання супроводжувався підвищеним шумом. Дуже висока температура оброблювальної деталі.
	2	Візуальна якість різа набагато краща. Позбулись візерунків на оброблювальній поверхні, залишились незначні повздовжні риси. Зменшився шумовий супровід в процесі різання. Знизилась температура оброблювальної деталі.
	3	Візуальна якість різа погіршилась, з'явилися затирання оброблювальної поверхні. Шумовий супровід не збільшився. Підвищилась температура оброблювальної деталі.
Фреза 2	4	Візуальна якість обробленої поверхні більш менш належного рівня (незначні візерунки). Процес різання супроводжувався підвищеним шумом. Висока температура оброблювальної деталі.
	5	Візуальна якість різа ідеальна (майже дзеркальна поверхня). Сталий шумовий супровід в процесі різання. Знизилась температура оброблювальної деталі.
	6	Візуальна якість різа відповідає вимогам технологічного процесу виробництва, на оброблювальній поверхні, залишились не значні повздовжні риси. Шумовий супровід в процесі різання залишився без змін. Температура оброблювальної деталі не змінилась

Висновок: Конструкція фрези 2, запропонованої конструкції інструменту, дає можливість підвищити продуктивність обробки деталей на 18-20% при збереженні належної якості різання.

Випробування провели:



Ратніков С.П.



Колупаєв Д.В.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на проведення вимірювань в лабораторії вимірювальної техніки
ММІ КПІ ім. Ігоря Сікорського

ЗАТВЕРДЖУЮ

Пасічник В.А.

(завідувач кафедри)


(підпис)

07.05.19

(дата)

1. Підстава для проведення роботи

Підстава та місце для проведення роботи: в рамках роботи бакалавра _____

Термін виконання: 13.05.2019-17.05.2019р

(початок – закінчення)

Підрозділ, виконавець: Плівак Олександр Анатолійович

2. Призначення проведених робіт

вимірювання шорсткості поверхні

(вид роботи, зміст роботи, вид звітності)

3. Вимоги до проведених робіт

вимірювання шорсткості поверхні зразків після відрізання (10 зразків)

(вид робіт, точність, кількість, надійність, зберігання, транспортування)

4. Вимоги до отриманих результатів

протокол вимірювань

(форма звітності)

5. Умови проведення робіт: температура навколишнього повітря 20° (±4°); відносна вологість при температура навколишнього повітря 20° - до 80%; атмосферний тиск від 700 до 820 мм.рт.ст.

6. Етапи виконання роботи

Етап та його зміст	Термін виконання	Результат та форма його подання (сформулювати конкретні результати, які передбачається отримати при виконанні даного етапу) Не переписувати назву етапу!
вимірювання шорсткості поверхні зразків	13.05.2019- 17.05.2019р	Порівняння шорсткості поверхонь зразків після відрізання, отриманих різними інструментами на різних режимах оброблення

7. Очікувані результати

(креслення, реалізація результатів)

8. Матеріали та пристосування

(креслення, підрозділ, виконавець)

9. Додаткові умови

Від виконавця:

Плівак О.А.

(завідувач лабораторії)


(підпис)

7.05.19

(дата)

Виконавець

(виконавець)

(підпис)

(дата)

Від замовника:

Майданюк Р.В.

(науковий керівник)


(підпис)

7.05.19

(дата)

Контактна особа:

Колупаєв Д.В.


(підпис)

7.05.19

(дата)

тел.:

e-mail:

ПРОТОКОЛ ВИМІРЮВАНЬ № 2/ПВ6-19
в лабораторії вимірювальної техніки ММІ НТУУ «КПІ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Пасічник В.А.

(заступач кафедри)


(підпис)

07.05.19

(дата)

1. Зразки для випробувань: зразки відрізаніх профілів з алюмінієвого сплаву АД31Т, режими оброблення наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

№№ дослідів		Режими оброблення		Наявність ЗОТС
		V, м/хв	S, мм/зуб	
Зразок 1	1	3960	0,002	-
	2	3960	0,002	+
	3	6330	0,002	+
Зразок 2	4	3960	0,002	-
	5	3960	0,002	+
	6	6330	0,002	+

2. Порядок проведення вимірювань: вимірювався параметр якості оброблених поверхонь – шорсткість Ra.

Вимірювання шорсткості поверхонь досліджуваних зразків проводилося за допомогою портативного профілометра MarSurf PS1 з межою вимірювання до 350мкм (рис.1).

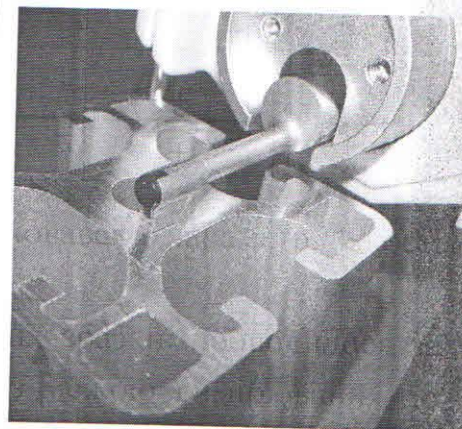
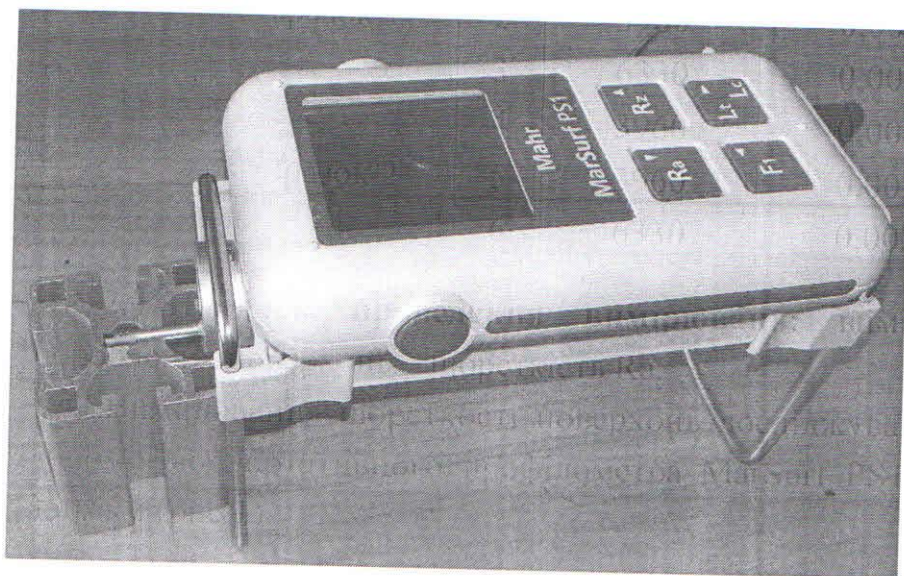


Рисунок 1. Вимірювання шорсткості поверхонь
за допомогою профілометра MarSurf PS1.

3. Умови проведення робіт: температура навколишнього повітря 20° (±4°); відносна вологість при температурі навколишнього повітря 20° - до 80%; атмосферний тиск від 700 до 820 мм.рт.ст.

4. Результати вимірювань: шорсткості поверхонь Ra наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Шорсткість поверхні– Ra, мкм

Зразок		Зразок 1					
№№ дослідів		1		2		3	
сторона		деталь	заготовка	деталь	заготовка	деталь	заготовка
Виміряні дані		8,61	4,4	2,09	2,02	4,81	1,83
		8,22	4,25	2,27	2,08	4,78	1,78
		8,42	4,05	2,25	1,97	4,44	3,42
		8,5	4,00	2,32	1,63	4,81	3,23
		8,53	4,59	2,21	1,74	4,64	3,4
		8,41	4,07	2,31	1,92	4,43	2,85
Діапазон	8,610	4,590	2,320	2,080	4,810	3,420	1,640
	8,220	4,000	2,090	1,630	4,430	1,780	1,510
	8,448	4,227	2,242	1,893	4,652	2,752	1,580
Зразок		Зразок 2					
№№ дослідів		4		5		6	
сторона		деталь	заготовка	деталь	заготовка	деталь	заготовка
Виміряні дані		1,51	1,55	1,55	1,52	1,21	1,31
		1,74	1,63	1,58	1,63	1,24	1,42
		1,81	1,51	1,64	1,64	1,33	1,49
		2,24	1,52	1,62	1,67	1,3	1,38
		2,06	1,63	1,69	1,64	1,32	1,52
		1,84	1,64	1,52	1,55	1,36	1,42
Діапазон	2,240	1,640	1,690	1,670	1,360	1,520	1,520
	1,510	1,510	1,520	1,520	1,210	1,310	1,310
	1,867	1,580	1,600	1,608	1,293	1,423	1,423

Виконавець:

Плівак О.А.

(завідувач лабораторії)

(підпис)

17.05.19

(дата)

Затверджую:

Директор ТОВ з П "БІБУС Україна"



(Позур С.В.)

"05" 9-6 2018 р.

М. П.

Акт

приймання робіт
науково-дослідної роботи

«Розробка конструкції та технології виготовлення фрези дискової відрізної»

В результаті виконання робіт з розробки конструкції та технології виготовлення фрези дискової відрізної для відрізання алюмінієвих профілів, виконавець надав:

- креслення фрези відрізної,
- робоче креслення корпусу фрези відрізної,
- технологію виготовлення корпусу фрези відрізної,
- технологічні рекомендації відновлення працездатності фрези відрізної.

Результати роботи планується реалізувати при відрізанні алюмінієвих профілів.

Замовник:

Менеджер

Ратніков С.П.

Виконавець:

Завідувач кафедрою ІТМ

Пасічник В.А.

Асистент кафедри ІТМ

Майданюк С.В.

Студент групи МІ-51

Колупаєв Д.В.